

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

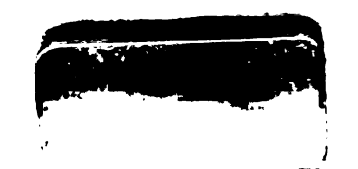

Princeton University Library
32101 074861582

8852
.128

Library of



Princeton University.
Presented by
Charles Williston McAlpin.
Class of '88.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Archiv

für

Protistenkunde

begründet von

Dr. Fritz Schaudinn

herausgegeben

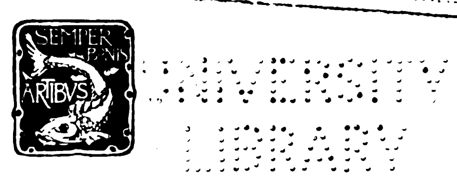
von

Dr. M. Hartmann und **Dr. S. von Prowazek**
Berlin Hamburg

Siebenundzwanzigster Band

Mit 15 Tafeln und 40 Textfiguren

MORPHOLOGICAL LABORATORY,
GREEN SCHOOL OF SCIENCE,
PRINCETON, N. J.



JENA
Verlag von Gustav Fischer
1912

Digitized by Google

(RECAP)
8852
.128
Bd. 27
(1912)

Alle Rechte vorbehalten.

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

(Ausgegeben am 5. Oktober 1912.)

JUL 16 1913 299720

Digitized by Google

Zweites Heft.

(Ausgegeben am 28. Oktober 1912.)

Drittes Heft.

(Ausgegeben am 15. November 1912.)

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Travail de la Station Zoologique de Naples.)

Trypanosomes parasites du sang des Poissons marins.

Par
W. L. Yakimoff (St. Pétersbourg).

(Avec Planche 1.)

L'étude des trypanosomes, qui a pris, ces temps derniers, une si grande extension date de 1841, époque à laquelle VALENTIN a observé dans le sang de la truite (*Salmo fario*) un parasite qu'il considéra comme une *Amoeba ehrenbergi.* Un parasite semblable fut observé deux ans plus tard par GRUBY dans le sang de la grenouille. GRUBY lui donna le nom de trypanosome. En 1842, REMAK a décrit des hématozoaires dans le sang du brochet et de quelques autres poissons d'eau douce. Ces parasites possédaient des mouvements vifs, une membrane transparente et une extrémité dentelée. LAVERAN et MESNIL disent qu'il ne paraît pas douteux qu'il s'agisse là de trypanosomes. A la même époque, entre 1840 et 1850, GROSS a vu en Russie certains vermicules dans le sang de différents poissons d'eau douce (perche, tanche, saumon, lutte, goujon et autres). GROSS sans aucun doute a vu des trypanosomes.

Après ces auteurs, ce sont BERG et CRÉPLIN qui ont vu les trypanosomes chez le brochet, WEDL chez le goujon.

Les auteurs russes, DANILEWSKY, CHALACHNIKOFF et MITROFANOFF, s'en sont beaucoup occupés.

DANILEWSKY a observé des trypanosomes chez *Cyprinus carpio, Cyprinus tinca, Cobitus fossilis, Cobitus barbatula, Esox lucius, Perca fluviatilis* et autres.

CHALACHNIKOFF décrit en détails le trypanosome, ou comme il l'appelle *Haematomonas* du *Cobitus fossilis* et du *Carassius vulgaris.*

MITROFANOFF a trouvé des trypanosomes dans le sang d'une grande quantité de poissons du gouvernement de Kherson et sur

Digitized by Google

tout chez *Cyprinus carpio, Esox lucius, Carassius vulgaris* et *Acerina vulgaris.*

Les travailleurs récents qu'il faut citer sont nombreux.

Lingard a trouvé des trypanosomes dans le sang de nombreux poissons des Indes.

Brumpt a découvert *Trypanosoma barbi* chez *Barbus fluviatilis*; *Trypanosoma percae* chez *Perca fluviatilis*; *Trypanosoma acernae* chez *Acerna cernua*; *Trypanosoma phoxini* chez *Phoxinus laevis*; *Trypanosoma langeroni* chez *Cottus gobio*; *Trypanosoma scardinii* chez *Scardinius erytrophtalmus*; *Trypanosoma elegans* chez *Gobio fluviatilis*; *Trypanosoma squalii* chez *Squalius cephalis.*

Montel a trouvé en Cochinchine, chez *Silurus clarias* (*Trypanosoma clariae*). Ce dernier trypanosome a été trouvé au Tonkin par Mathis et Leger.

Leger a vu *Trypanosoma barbatulae* chez *Cobitus barbatula.*

Laveran et Mesnil ont trouvé des trypanosomes chez *Scardinius erytrophtalmus* et chez le brochet. Ce dernier flagellé appelé *Trypanosoma Remaki*, en l'honneur de celui qui le constata le premier, fut constaté par Minchin en 1909.

Keysselitz a vu des trypanosomes chez *Perca fluviatilis, Acerna cernua Lota vulgaris, Barbus fluviatilis, Cyprinus carpio, Carassius vulgaris, Tinca vulgaris, Abramis brama, Leuciscus idus, Leuciscus cephalus, Leuciscus erytrophtalmus, Esox lucius, Cobitus barbatula, Anguilla vulgaris* et *Silurus glanis.*

Leboeuf et Ringenbach, au Congo Français, ont trouvé *Trypanosoma Simondi* chez *Anchenoglanis biscutatus* et *Trypanosoma synodontis* chez *Synodontis notatus.*

C. Mathis et M. Leger, au Tonkin, ont vu des trypanosomes chez les poissons suivants: *Monopterus javanensis* (*Tr. Roulei*), *Anabas scandens*, *Ophiocephalus striatus*, *Ophiocephalus maculatus*, *Carassius auratus* et *Macropodus viridi — auratus* (*Tryp. pellegrini*).

Bouet a trouvé dans les possessions françaises de l'Afrique de l'ouest, chez *Clarias anguillaris,* un parasite qu'il appelle *Trypanosoma Toddi.*

Dutton, Todd et Tobey ont vu le trypanosome au Congo chez *Clarias.*

Zupitza a constaté au Caméroun des trypanosomes chez *Periophtalmus Koelreuteri* et chez de petits poissons du genre *Clarias.*

Wurtz et Thiroux ont vu un trypanosome semblable à *T. rajae* chez *Thalassina culumna* au Senégal,

Rhodain dans l'Oubanghi (Congo) a trouvé que parmi les poissons

Digitized by Google

pêchés dans le Libenge, on constate des trypanosomes plus ou moins régulièrement chez *Labeo macrostoma*, chez *Labeo Zalzifer* et chez *Malapterurus electricus*.

BOTELHO jun. (Brésil) a trouvé *Trypanosoma Rhamdiae* chez *Rhamdia quelen* et *Trypanosoma macrodinis* chez *Macrodon malabaricus*.

SPLENDORE trouva également *T. Rhamdiae* chez *Rhamdia quelen*.

Ce même auteur vit *Trypanosoma hypostomi* chez *Hypostomus auroguttatus*.

MINCHIN a vu *Trypanosoma granulosum*, *T. percae*, *T. remaki*, *T. tincae* et *T. abramis*.

LAVERAN et MESNIL (1901—1902) furent les premiers à observer les trypanosomes marins. Avant eux, de nombreux auteurs cherchèrent à les voir mais sans succès. Ainsi, 6 ans avant la communication de LAVERAN et MESNIL sur les trypanosomes marins, LABBÉ écrivait qu'il avait vainement examiné un grand nombre de poissons d'eau douce et d'eau de mer.

Après LAVERAN et MESNIL, SABRAZÈS et MURALET, LEBAILLY (1904), LEBAILLY et BRUMPT (1904), NEUMANN (1908), MINCHIN et WOODCOCK (1910) purent trouver des trypanosomes chez les poissons marins.

En résumant les recherches de ces auteurs, nous avons le tableau suivant:

Solea vulgaris — *Trypanosoma solae* (LAVERAN et MESNIL; LEBAILLY).
Raja punctata — *Trypanosoma rajae* (LAVERAN et MESNIL).
Trypanosoma variabile (NEUMANN).
„ *clavata* } — *Trypanosoma rajae* (LAVERAN et MESNIL).
„ *mosaica* }
„ *oxyrhynchus* — *Trypanosoma giganteum* (NEUMANN).
Scyllium stellare — *Trypanosoma scyllii* (LAVERAN et MESNIL; LEBAILLY).

Platessa vulgaris — *Tryp. platessae* }
Flesus vulgaris — *Tryp. flesi* }
Plataphrys laterna — *Tryp. laternae* } (LEBAILLY).
Bothus rhombus — *Tryp. bothi* }

Anguilla vulgaris — *Tryp. granulosum* (var. *magna* et *parva*) (SABRAZÈS et MURATET; LAVERAN et MESNIL; LEBAILLY; MINCHIN).

Gobius niger — *Trypanosoma gobii* }
Callionymus dracunculus — *Trypanosoma callionymi* }
Cattus bubalus — *Trypanosoma catti* } (BRUMPT et LEBAILLY)
Blennius pholis — *Trypanosoma Delagei* }
Limanda platessoides — *Trypanosoma limandae* }

Digitized by Google

Trigla corax — *Trypanosoma triglae*
Scorpaena ustulata — *Trypanosoma scorpaenae* } (NEUMANN)
Trigla lineata — *Trypanosoma triglae* (MINCHIN et WOODCOCK).

Nos recherches personnelles ont été poursuivies pendant notre séjour à la Station Zoologique de Naples, du 20 octobre 1909 au 1er février 1910. Nous avons examiné en tout 348 poissons qui apparte naient à 82 genres et dont voici l'énumération:

2 *Scyllium caniculum*, 3 *Scyllium stellare*, 1 *Raja maculata*, 9 *Raja punctata*, 1 *Torpedo marmorata*, 4 *Torpedo ocellata*, 10 *Clupea pilchardus*, 9 *Engraulis ecrasicholus*, 4 *Anguilla vulgaris*, 3 *Conger vulgaris*, 1 *Myrus vulgaris*, 1 *Sphagebranchus caecus*, 1 *Saurus lacerta*, 1 *Tierasfer acus*, 7 *Syngnathus acus*, 2 *Nerophis ophidion*, 14 *Ammodytus tobianus*, 2 *Gadus minutus*, 1 *Merlucius esculenta*, 6 *Merlucius vulgaris*, 5 *Motella tricirrata*, 5 *Motella maculata*, 1 *Motella communis*, 1 *Phycis mediterranea*, 11 *Serranus cabrilla*, 2 *Serranus hepatus*, 3 *Centropristis hepatus*, 2 *Apogon* (?), 11 *Cepula rubescens*, 1 *Corvina nigra*, 1 *Dentex vulgaris*, 1 *Oblata melanura*, 1 *Cantharus vulgaris*, 8 *Sargus annularis*, 8 *Sargus Rondeletti*, 3 *Pagellus acarne*, 3 *Pagellus erithrinus*, 12 *Mullus barbatus*, 1 *Mullus maculatus*, 1 *Crenilabrus pavo*, 6 *Crenilabrus maculatus*, 25 *Crenilabrus griseus*, 1 *Labrus festivus*, 2 *Julis pilis*, 2 *Scomber scombrus*, 2 *Zeus faber*, 3 *Citharus linguatula*, 5 *Rhomboidichtys padas*, 2 *Arnoglossus lalcona*, 5 *Arnoglossus Gromani*, 2 *Solea impar*, 7 *Solea lutea*, 7 *Solea monochir*, 1 *Solea variegata*, 2 *Plagusia picta*, 2 *Gobius aurantus*, 5 *Gobius capito*, 2 *Gobius cruentatus*, 7 *Gobius minutus*, 6 *Gobius Lesuerii*, 4 *Gobius iozo*, 14 *Gobius paganellus*, 1 *Scorpaena porcus*, 2 *Scorpaena scrofa*, 7 *Scorpaena ustulata*, 2 *Trigla aspera*, 4 *Trigla corax*, 2 *Trigla lineata*, 2 *Trigla cuculus*, 7 *Lepidotrigla aspera*, 3 *Peristedion cathaphractus*, 1 *Erachinus draco*, 8 *Uranoscopus scaber*, 7 *Callionymus festivus*, 6 *Blennius ocellaris*, 2 *Blennius trigloïdes*, 1 *Blennius sanguinolentus*, 2 *Blennius pavo*, 14 *Cristiceps argentatus*, 2 *Trypterygion nasus*, 2 *Ophidion barbatum*, 5 *Lophius piscatorius*.

En outre, nous avons examiné 8 *Octopus vulgaris* et 1 *Pontobdella muricata* trouvée dans une Raie.

La sangsue et 3 genres de poissons seulement (*Syngnathus acus*, *Solea monochir* et *Raja maculata*) nous ont permis de découvrir de trypanosomes.

Digitized by Google

On peut donc, dans le tableau précédent, ajouter ces 3 genres de poissons à la liste des 18 genres que nous avons cités comme susceptibles de recéler des trypanosomes.

La proportion des genres infectés par rapport au nombre examiné égale 3,68 et par rapport au nombre d'exemplaires 0,86 %.

Neumann qui a travaillé avant nous à la même station a trouvé 6,6 % des genres infectés par les trypanosomes et 0,81 % par rapport au nombre total des poissons examinés par lui (614). Il nous a été donné d'étudier 41 genres de poissons que Neumann avait précédemment examinés. Au total, Neumann et nous avons examiné 99 genres de poissons, soit 962 exemplaires. Le pourcentage d'infection a été 6,9 % pour les genres et 1,14 % pour le nombre total des poissons.

Sur 7 exemplaire, de *Syngnathus* acus examinés nous avons eu 1 exemplaire infecté; de même sur 7 exemplaires de *Solea monochir* 1 infecté; sur 9 exemplaires de *Raja punctata* 1 seul infecté. La *Pontobdella muricata* infectée par des trypanosomes était unique.

Pour perdre le sang des petits poissons, nous leur coupions la tête; chez les gros poissons, il suffisait de ponctionner du-dessous de la langue. Les frottis étaient desséchés à l'air puis fixés à l'alcool méthylique pur. Comme colorant, le Leishmann ou le Giemsa (1—2 gouttes pour 1^{cmc} d'eau distillée pendant 1—3 heures).

1. Trypanosome du *Solea monochir*.

Chez ce Trypanosome, la partie postérieure du protoplasma est colorée en bleu intense tandisque la partie antérieure est pâle. Dans tout le corps, des granules colorés en rouge, les plus gros dans la partie postérieure.

L'extrémité postérieure du parasite est effilée, quoique pas autant que l'antérieure où le parasite est à son maximum d'étroitesse.

Le centrosome (Kinetonucleus) compact, allongé, situé le long de l'axe longitudinal du parasite, plus près d'un de ses bords, n'occupe pas toute la largeur du corps.

Le flagelle part directement du centrosome. La portion libre du flagelle n'est pas trop grande.

La membrane ondulante est peu plissée.

Le noyau est régulièrement rond; il se compose de petites granulations contenues dans un réseau; il se trouve presque au milieu du corps quoique un peu plus près de l'extrémité antérieure.

Les dimensions du parasite sont les suivantes:

Digitized by Google

De l'extrémité postérieure jusqu'au centrosome	2,84 μ.
Longueur du centrosome	1,42 μ.
Du centrosome au noyau	14,2 μ.
Longueur du noyau	2,84 μ.
Du noyau à l'extrémité antérieure	15,62 μ.
Partie libre du flagelle	4,26 μ.
Longueur totale	41,18 μ.
Longueur du parasite sans flagelle	36,92 μ.
Largeur du parasite	4,26 μ.
Largeur du noyau	2,84 μ.

En comparant ces donnés à celles qui sont déjà connues, on voit qu'il s'agit là d'un trypanosome nouveau.

Nous proposons d'appeler ce trypanosome *Trypanosoma Dorhni*, en l'honneur de feu Dr. A. Dorhn, fondateur de la Station Zoologique de Naples.

2. Trypanosome du *Syngnatus acus*.

Ce trypanosome diffère beaucoup des autres trypanosomes des poissons marins.

Son protoplasma, qui se colore en bleu par le Giemsa, présente des aspects différents suivant les exemplaires: il peut, en effet, contenir des vacuoles claires, d'où une coloration moins foncée; il peut contenir des granules chromatiques en nombre plus ou moins considérable, d'où une teinte plus foncée que dans le cas précédent. Certains parasites contiennent à la fois des granulations et des vacuoles.

Beaucoup de trypanosomes, à protoplasma vacuolaire ou non, présentent une pasticularité inconnue chez les trypanosomes des mammifères aussi bien que chez les trypanosomes des Poissons marins. A quelque distance du noyau, en allant vers la partie antérieure, on trouve un granule chromatique d'où sort un filament très fin coloré comme le granule. Parfois, au lieu d'un granule on a 2 granules, chacun avec un filament. Dans ce dernier cas, les 2 filaments sont d'abord séparés puis se fusionnent. Parfois le filament (ou les filaments) ne sort pas du granule mais directement de l'extrémité du noyau. Le filament s'étend sur une certaine distance dans le protoplasma, et disparaît au bord de la vacuole qui se trouve sur son chemin. Dans d'autres cas, nous n'avons pu suivre l'extrémité du filament.

L'extrémité postérieure du parasite est toujours fine, étirée et

Digitized by Google

assez longue. On ne peut pas en dire autant de l'extrémité antérieure, flagellée, qui est dans la majorité des cas moins fine et moins longue que la postérieure.

Le centrosome se trouve à une distance de 2,84 à 4,26 μ de l'extrémité postérieure. Il est, la plupart du temps, moins large que le protoplasma et plus intensement coloré que le noyau. Sa forme est ovale, et son long diamètre correspond à celui du parasite.

Le flagelle prend naissance soit directement du centrosome, soit à une certaine distance de ce dernier, dans lequel cas il existe entre le centrosome et la naissance du flagelle une vacuole claire. Une fois, nous avons pu observer à une certaine distance du centrosome 2 granulations chromatiques d'où partent 2 flagelles qui ne tardent pas à se fusionner. Il est possible qu'il s'agisse là du Basalkorn sensu de SCHAUDINN.

La terminaison du flagelle présente une particularité remarquable. Elle ne se termine pas en s'effilant, mais présente, au contraire, un épaisissement analogue à celui qu'on observe chez le trypanosome du Bison (*Trypanosoma Wrublewsky* WLADIMIROFF et YAKIMOFF), chez le trypanosome des oiseaux de Gambie (*Trypanosoma Johnstoni* DUTTON et TODD) et chez celui du fourmilier de la Guyane, *Tamandua tridactyla* (*Trypanosoma Legeri* MESNIL et BRIMONT.[1])

Mais ce n'est pas tout: parfois l'extrémité du flagelle se divise en deux, chaque division portant un épaisissement. Ce phénomène, que je sache, n'a jusqu'ici été signalé chez aucune espèce de trypanosome. Il ne s'agit certainement pas d'un artifice de préparation. Nous devons cependant rapporter qu'il est rare de rencontrer des flagelles divisés à leur extrémité.

Chez beaucoup d'exemplaires, le flagelle n'a pas une épaisseur uniforme du blépharoplaste à la terminaison. Parfois, il présente une succession d'épaisissements qui lui donnent un aspect moniliforme.

Le noyau est ovale, composé d'un amas de granules chromatiques. Il se trouve approximativement à l'union du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs.

La membrane ondulante présente cette particularité d'être colorée en rose, mais pas d'une façon uniforme. En l'examinant de près, on constate qu'elle n'est pas homogène. Elle semble être fondamentalement constituée par des parties plus épaisses, qui s'enchevêtrent sous forme de filaments. Il existe des filaments plus épais, mais qui

[1]) DELANOË, au laboratoire de M. le Professeur MESNIL, a vu une petite granulation à la terminaison du flagelle des flagellés des cultures de *Leishmania tropica* et de *Leishmania infantum*.


Digitized by Google

restent en négatif par les colorants existants. Grâce à ces gros filaments qui viennent en négatif, la membrane ondulante, après coloration, semble être un filet ajouré.

Nous avons fait les mensurations de quelques exemplaires de trypanosomes. En voici les données en μ.

	1	2	3	4	5
De l'extrémité postérieure jusqu'au centrosome	2,84	2,84	4,26	4,26	4,26
Longueur du centrosome	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
Du centrosome jusqu'au noyau	14,20	14,91	12,78	12,78	14,20
Longueur du noyau	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84
Du noyau jusqu'à l'extrémité antérieure	9,94	11,36	11,36	11,36	12,78
Extrémité libre du flagelle	5,68	4,26	7,10	9,94	8,25
Longueur totale du trypanosome	36,92	37,63	39,76	42,60	43,75
Longueur du trypanosome sans flagelle	31,24	33,37	31,66	32,66	35,50
Largeur du trypanosome	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84

Le trypanosome que nous avons trouvé chez *Syngnatus acus* représente-t-il un genre nouveau?

La grandeur de notre trypanosome coïncide en partie avec la grandeur du *Trypanosoma soleae* Laveran et Mesnil (40 μ dont 8 μ pour le flagelle); avec celle du *Tryp. Bothii* Lebailly (42 μ dont 13 μ pour le flagelle; largeur 3 μ); avec celle du *Tryp. limandae* Brumpt et Lebailly (43 μ dont 20 μ pour le flagelle; largeur 2 μ à 2 μ 5). Par contre, les autres particularités de notre trypanosome — dédoublement de l'extrémité libre du flagelle chez quelques exemplaires; épaisissement de l'extrémité libre du flagelle; fin filament ou fins filaments sortant du granule chromatique situé près du noyau; membrane ondulante ajourée — parlent en faveur d'une espèce nouvelle de trypanosome.

Le chef de la Section épizootologique de l'Institut de la médecine expérimentale (St. Pétersbourg), le Dr. A. Wladimiroff, qui a fait en mai 1910 une communication sur les parasites que nous avons trouvés chez les poissons du golfe de Naples, a proposé d'appeler ce trypanosome: *Trypanosoma Yakimovi.*

Explicationes de Planche.

Figs. 1—8. Trypanosomes du *Syngnatus acus*.
Fig. 9. Trypanosome du *Solea monochir*.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Experiments performed upon Protozoa confined in capillary tubes.

By
G. C. Crampton, Ph. D.

(With 1 Textfigure.)

The following brief description is offered as a preliminary note of some experiments which are not yet completed, and which will be described more in detail in a later publication. These experiments are the outcome of a line of work suggested by Professor E. G. CONKLIN, to whom I am indebted for many valuable suggestions concerning the methods employed, and the conclusions to be drawn from the results obtained.

At the beginning of the series of experiments, Paramaecia in the process of fission were centrifuged in capillary tubes, in order to ascertain if it were possible to create a new race, by lowering the plane of fission, or by driving more of the nuclear and cytoplasmic material into one of the daughter individuals, than into the other, just before the two became separated. In two instances, the greater part of the granular cytoplasm (and doubtless a proportionately larger share of the nuclear material [1]) was thus driven into one of the daughter halves; but the progeny of both were quite alike, due, no doubt, to the great regenerative ability of Paramaecium.

---

[1]) Individuals selected at random from a group of dividing Paramaecia centrifuged at the same time (and in the same machine) with these specimens, after being fixed and stained, showed that much of the nuclear material had been thus driven into one half of the individual; and the same was doubtless true of the two specimens mentioned above.



Digitized by Google

After the plane of fission has been once established, centrifuging has apparently no effect upon it, and I have not as yet been able to shift it in any instance. Whether this may be accomplished or not, is a question which I am hoping to determine later.

In order to ascertain if the plane of fission might not be changed if the specimens were centrifuged just before the formation of this plane, a number of Paramaecia were placed in capillary tubes, and were watched so that they might be centrifuged immediately upon the appearance of any indications of division. This led to the discovery of the rather interesting fact that if Paramaecia which showed no signs of fission, were confined in capillary tubes of a diameter too small to permit the animals to turn back readily, they would not divide at all. In one instance, a specimen was thus kept from dividing for thirty-two days, while control specimens had divided on an average of once a day during that period. In other words, if the specimen which was kept from dividing for thirty-two days, had been permitted to reproduce unmolested, under favorable conditions it would have divided into four billion, two hundred and ninety-four million, nine hundred and sixty-seven thousand, two hundred and ninety-six offspring!

In attemping to account for this stopping of cell division, three principal factors may be suggested as operating to check the process of fission. These are: (1) lack of sufficient nourishment; (2) the accumulation of waste products[1]); and (3) the irritating effects of confinement. The first two doubtless play no small rôle in checking division, but that they are not the sole causes is indicated by the fact that even though Paramaecia were taken from their tubes and allowed to swim about freely for a number of hours (in several instances either over-night, or from morning until evening), in a fresh infusion containing an abundance of bacteria, they nevertheless refused to divide. In many cases a change was made once a day, and in some instances twice a day. In such cases, the specimens remained "plump" and well nourished in appearance, thus indicating that lack of sufficient nutriment, and the accumulation of waste products are not the sole factors to be considered. The mortality attending these changes of tubes and media was very great, but despite this difficulty, fourteen specimens were kept from dividing for a week under these conditions, and many more were so kept

---

[1]) I have observed that crystals of urea, placed in water containing Paramaecia tend to check cell division.

Digitized by Google

from dividing for several days at a time, although control specimens were meanwhile dividing on an average of once a day. Some Paramaecia which were changed but infrequently, or not at all, lived in their tubes without dividing for several weeks, but at the end of this time they appeared quite emaciated and transparent.

In the case of those Paramaecia which were changed frequently, and were consequently well nourished, there were frequently observable what appeared to be fragments cast off from the bodies of the specimens, floating in the medium near the animals in the tubes. If these fragments are cast off portions of the animals bodies (as they have every appearance of being), this would in a measure account for the fact that cell division is not necessary in well nourished individuals, even though there were an increase in the protoplasmic bulk of the organism; for, by throwing off these fragments, the normal proportion of the mass to the respiration surface could thus be readily maintained in the cell, without interfering with its normal assimilation and growth. When specimens which have been kept from dividing for some time, are liberated in a fresh medium, they later regain their ability to divide at the normal rate, the inhibitory influence being merely temporary.

Before discussing further the probable cause of the stopping of cell division in confined Paramaecia, I would call attention to some observations made upon animals other than the Protozoa. Experiments performed upon aquatic animals belonging to groups so widely different as the Crustacea, Echinodermata, Mollusca, Amphibia, etc., have shown that individuals reared in vessels of a small size are small or dwarfed, while those reared in larger vessels attain the normal size of the species. Furthermore, it is said that fish found in small ponds are always much smaller than those of the same species found in large bodies of water; and higher vertebrates such as horses, cattle, etc., inhabiting small islands are of comparatively small stature (but it is questionable whether the latter fact may be taken as a case in point).

The observations made by Conklin (Proc. Acad. Nat. Sciences, 1898) upon the marine snail *Crepidula*, are very interesting and instructive. This investigator has noted that Crepidulae found in the shells of small hermit crabs are always dwarfed, while individuals of the same species inhabiting the shells of large hermit crabs are "giant" forms. Since there is only one *Crepidula* in the small hermit shell, and from four to eight very large individuals in a large hermit shell, Conklin concludes that the difference in size

Digitized by Google

is not due to difference in the food or oxygen supply, and, furthermore, since the shells are free in the ocean, accumulation of waste products can hardly be held to account for the dwarfing. That mechanical impediments to movement are not the cause, is shown by the fact that the larger forms of *Crepidula* are as immovably fixed as the dwarfs.

There are two points in Conklin's article to which I would call especial attention, namely, that while the size of the cells is the same in the two forms, the number of cells is less in the dwarf (in other words there has been a retarding of cell division in the dwarfs), and secondly, that dwarf specimens which become detached an obtain a new foothold on a larger surface increase in size (that is, the inhibition of cell division is merely temporary).

Without laying too much stress upon these facts, I would again call attention to the fact that close confinement causes a checking of cell division in Paramaecium, and that if the specimen be set free in a larger vessel, fission is soon resumed at the normal rate. Furthermore, since confinement produces a dwarfing, and a consequent checking of cell division, in such diverse forms as those previously mentioned, it would appear that we are here dealing with an extremely important, if not a fundamental principle.

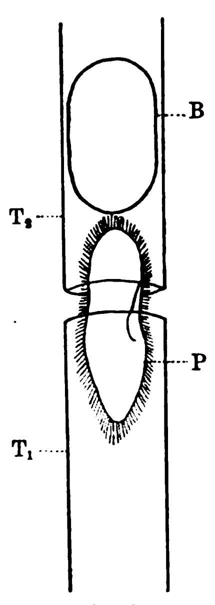


Fig. 1.

Experiments in which Paramaecia confined in capillary tubes were subjected to various stimuli, yielded some rather interesting results. It is commonly supposed that when the poles of a dry battery are placed in a fluid containing Paramaecia, they swim toward the kathode because the cilia on the side toward the kathode beat feebly until the stronger beating of the cilia on the opposite side causes the organism to turn toward the source of stimulus whereupon, both sides being equally stimulated, the cilia beat with equal force, and the animal is propelled toward the source of stimulus. In order to determine the effect of a current on the beat of the cilia, the following simple experiment was tried. A capillary tube (Fig. 1, T_1) containing a Paramaecium (P) was immersed in water, and its mouth placed in juxtaposition to the mouth of a similar tube (T_2) containing an air bubble (B), the end of the latter tube (T_2) being broken off until the air bubble was of such a

Digitized by Google

distance from the mouth as to allow only the anterior portion of the Paramaecium to enter. By placing one of the poles of a battery on either side of the animal, the effects of the current upon the cilia could be readily observed through a compound microscope. Since a comparatively large space was left between the two tubes, the current should have affected the cilia as though the animal were free in the water; but I was unable to detect any appreciable increase iu the rapidity of the beat of the cilia on the side toward the anode, over the cilia on the side toward the kathode. The only visible effect of the stimulus was to cause the Paramaecium to press more vigorously against the bubble in front of it.

When enclosed in a capillary tube. a *Paramaecium* is more or less insulated along its sides, the glass being a non-conductor, so that by placing one of the poles of the battery at either end of the tube, the effect on the anterior and posterior portions of the animal's body may be readily observed. The Paramaecia appear always to swim forward, no matter which pole of the battery is placed in front of them, a shifting or interchange of poles having no appreciable effect. The current, however, causes the *Paramaecium* to swim forward more quickly, and if an air bubble is enclosed in the tube, upon coming in contact with the bubble, the animal executes a rapid series of forward and retreating movements, retreating a shorter distance each time, until it finally remains pushing against the bubble with vigorously beating cilia. If the current be applied for some time, the specimen frequently presses against the bubble so forcibly, that its body "buckles" in the middle, the anterior portion being bent back upon the posterior region.

Paramaecia confined in narrow tubes seem to spend much of their time revolving about the meniscus (or concave surface at the top of the column of liquid). The constant pressure against the meniscus frequently causes a broadening of the buccal groove, and when the meniscus is quite small, I have noted several instances in which the anterior end of the animal's body became pushed inward, forming a small cup or crater. A reaction so different from the usual thigmotaxis exhibited by *Paramaecium*, shows that under abnormal conditions a great modification of behavior may be induced.

All of the specimens, when first confined in the capillary tubes execute a series of retreating and forward movements, upon coming in contact with the meniscus; but these movements are much less violent than when the specimen is stimulated by an electric current. If a specimen which has been confined for a long time (and there-

Digitized by Google

fore has remained pressing against the meniscus for a considerable period) be liberated for a short period, and be then reconfined in a new tube, it will come to rest at the meniscus much more speedily than a specimen confined in a tube for the first time, thus showing a slight degree of what may be termed "memory".

Just before death ensues from the effects of an electric current long applied, confined Paramaecia revolve rapidly on their long axis. This is probably due to the more vigorous beating of the large cilia of the buccal groove region, for the animal is not in this case propelled foreward, as is done when the obliquely-beating body cilia operate normally.

In the two cases which I have observed, in which conjugating Paramaecia were subjected to an electric current while confined in a capillary tube, the meganuclei became transversely oriented, instead of extending parallel to the longitudinal axis of the animal, (as is ordinarily the case); but whether this has any significance or not, I have not yet been able to determine.

As has been observed by other investigators, Paramaecia dying in the tubes quickly discharge their trichocysts, and the surface tension of the body becoming weakened, they bulge out in certain regions, and soon disintegrate.

If a heated coin be held over and in front of a Paramaecium confined in a capillary tube, the animal will immediately retreat for some distance, then come forward until it again feels the heat, whereupon it retreats very rapidly for a much greater distance, frequently whirling over and over on its long axis. If the hot coin be gradually advanced as the animal retreats, the Paramaecium makes a very short forward movement followed by a long backward one, frequently revolving upon its long axis, but if the coin be advanced rapidly, the animal appears to retreat rapidly and uniformly, without executing the customary forward movement first. If the hot coin be suddenly held near enough to injure the specimen, it does not retreat, but revolves upon its long axis until death ensues.

Several specimens whose anterior ends were injured by heat, seemed to lose the power of retreating, or the sensitivity of the anterior region of their bodies was so dulled, that when a heated coin was held over the tube a short distance in front of them, they swam straight ahead into the heated region, and were killed.

Normally, Paramaecia are weakly negatively geotropic, but if they are placed in a small tube sealed at one end, and if the

Digitized by Google

mouth of the tube be turned downward, they always collect at the meniscus of the open lower end of the tube, and if the tube be tapped or jarred, they swim upward only a short distance, and soon return to the meniscus — a reaction doubtless caused by the greater amount of oxygen present at the open surface.

When Paramaecia which have been centrifuged quite hard for a long time are set free, they at first lie sluggishly on the bottom of the vessel, occasionally turning over spasmodically. If the dish be jarred, they swim about dragging their posterior ends along the bottom of the vessel. Later, however, they move about normally, due, no doubt, to the rearrangement of the disturbed cytoplasmic granules by means of which they maintain their proper equilibrium.

If a *Stylonychia* in the process of fission is put into a capillary tube, it usually completes the process even while being centrifuged. The daughter halves of such a centrifuged individual, upon being liberated, perform a series of rapid somersaults, keeping up the process more vigorously, and for a much longer time, than I have ever observed them to do under normal conditions. If placed in capillary tubes before showing any signs of fission, *Stylonychia*, like *Parymaecium*, refuses to divide.

Paramaecia which have been centrifuged for a long period, seem to be less sensitive, for a time, than they normally are; since they press forward against any solid substance in the vessel with them, instead of recoiling or exhibiting the customary thigmotaxis.

Normal Paramaecia that have swallowed a portion of zooglea, which remaining attached to them, retards their progress, may frequently be observed to stop and turn completely over with a sudden movement, as though seeking to shake themselves free. This, and the modifications of behaviour exhibited under artificial conditions described above, would indicate that there may be other reactions than those commonly attributed to the Protozoa, and that further investigations along these lines would be productive of interesting results.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Le sens du mot Synkaryon.

Par
Jean Bonnet (Paris).

En 1900, Maire a proposéle mot de Synkaryon pour désignes l'association synergique de deux noyaux que l'on observe durant une période du cycle évolutif des champignons Basidiomycètes. Ce complexe „est caractérisé par l'association étroite de ses deux éléments, dont toutes les variations sont conélatives et simultanées, en particulier la division, qui se fait par mitose confuguée". On a depuis retrouvé depareillesassociations synergiques dansles Ascomycètes et certaines Amibes (*Amoeba diploidea* Hartmann et Nägler 1908).[1] Maire a généralisé, en 1902, la notion de synkaryon, telle qu'elle est définie ci-depus. Partant du cas du *Cyclops* et des autres Copèpodes où, lors de la fécondation il n'y a pas fusion, mais seulement association syneegique des pronuclei ♂ et ♀, Maire admet que, „dans les cas de fécondation où les noyaux semblent se fusioneur, cette fusion n'est fü apparente ... Le noyau à 2n chromosomes des Végétana où l'on observe une véritable fécondation peut donc être considéré comme un complexe de deux noyaux associés se divisant synérgiquements. Ce complexe n'est autre qu'un synkaryon dans lequel les deux mûtés nucléaires sont réunies sous la même membrane, au lieu d'être séparées, comme dans les Basidiomycètes" (p. 200). —

Un certain nombre de faits semblent effectivement plaider en faveur de cette autonomie des substances chromatiques paternelle

[1]) Peut-être des phénomènes analogues existent-ils pour les *Binuclearia*, si ces Algues sont, comme le suggère Lotsy (1907, p. 216) la génération 2 x des *Conferva*, — et aussi par le bourgeon amoeboïde de la spore des Myxosporidies, si les observations de Keysselitz (1908) sont exactes.

Digitized by Google

et maternelle („autonomie des gonomères“ de HÄCKER); on les trouvera réunis dans une récente mise au point de HÄCKER (1909, p. 29—34). Or les zoologistes utilisent depuis longtemps le mot de synkaryon pour désigner le noyau du zygote, issu de la fusion des deux pronuclei. Aussi MAIRE (1902, p. 200) propose les termes de synkaryophyte et de synkaryozoaire, destinés à désigner la génératio diploïdale, d'une part chez les Végétaux, d'autre part chez le Animaux.

Cette réunion sous une même dénomination de deux aspects aussi essentiellement différents au point de vue morphologique que, d'une part le couplement de deux noyaux distincts dans les champignons, et de l'autre le noyaux à 2 n chromosomes de la première cellule d'une génération diploïde, a déjà fait l'objet de quelques protestations. Aussi NÄGLER (1909) pense qu'il vant mieux rejeter la dénomination de synkaryon, depuis peu utilisée par les botanistes pour les noyaux non fusionnés situés côte à côte, car on a désigné sous ce nom et d'une manière générale le noyau unique issu de fusion, chez les Protozoaires. (p. 37) —

De même PAVILLARD (1910), relevant une confusion causée par cette imperfection de nomenclature, s'associe à cette protestation (p. 518).

Ces critiques me paraissent entièrement justifiées. En effet, en dehors des inconvénients qu'il y a à réunir sous la même appellation des aspects aussi différents que le „synkaryon“ des champignons et le „synkaryon“ des zygotes, la signification réelle du stade synkaryozyte et du synkaryon des champignons et leurs homologies véritables sont encore très discutables, surtout depuis les travaux récents sur les Ascomycètes (voir en patialia le travail tout récent de CLAUSSEN, 1912), de sorte qu'il vant mient, en l'état actuel de nos connaissances, ne pas employer de terme qui implique des comparaisons et des assimilations encore problématiques.[1]) Aussi je propose de réserver, en vertu de la loi de priorité, au mot „synkaryon“ le sens que lui ont essigué depuis longtemps les protistologistes et les zoologistes: noyau unique du zygote, issu de la fusion des deux pronuclei des gamètes, — et de

[1]) NĚMEC (1910 et dans d'autres mémoires), STRASBURGER (1907 et dans d'autres mémoirs), et moi-même (1912) avons employé le terme de synkaryon pour désigner les noyaux polydiploïdes issus de la caryogamie de deux ou plusieurs noyau diploïdes dans des cellules somatiques diverses des Végétaux. Mais cette extension du mot synkaryon n'est pas dangereuse, car les lieux et les modes de production de ces noyaux de fusion excluent toute confusion.

Digitized by Google

désigner parle terme de **dikaryon** le complexe de deux noyaux indépendants réunis dans une même cellule (Basidiomycètes, Ascomycètes, *Amoeba diploidea*, etc.).

Quant à la phase spéciale du Cycle évolutif de ces êtres qui est caractérisée par le dikaryon, elle sera nommée **phase dihaploïdale**, mot rappelant que sa caractéristique nucléaire est l'association de deux noyaux haploïdes couplés, et qui est en parallélisme parfait avec les termes de phase haploïdale et diploïdale, proposes par Strasburger, et aujourd'hui universellement employés. Et l'expression de **dihaplophase** viendra s'ajouter aux termes si rapides et si commodes de haplophase et diplophase qu'a proposés Vuillemin (1908, p. 85).

Paris, 20 Janvier 1912.

Index bibliographique.

Bonnet, J.: Recherches sur l'évolution des cellules nourricières du pollen, chez les Angiospermes. Arch. f. Zellforschung Bd. 7 1912.

Claussen, P.: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Pyronema confluens. Zeitschr. f. Botanik Bd. 4 1912.

Häcker, V.: Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Ergebn. u. Fortschr. der Zoologie Bd. 1 1909.

Hartmann, M. u. Nägler, K.: Copulation bei Amoeba diploidea mit Selbständigbleiben der Gametenkerne während des ganzen Lebenscyklus. Sitz.-Ber. d. Ges. d. naturf. Freunde Berlin 1908.

Keysselitz, G.: Die Entwicklung von Myxobolus pfeifferi Th. II. Teil. Arch. f. Protistenk. Bd. 11 1908.

Lotsy, J. P.: Vorträge über botanische Stammesgeschichte. I. Jena 1907.

Maire, R.: L'évolution nucléaire chez les Urédinées et la sexualité. Compt. Rend. du Congrès Intenu de Botanique de Paris (1900) 1901.

—: Recherches cytologiques et Laxonomiques sur les Basidiomycètes. Thèse Sciences Naturelles Paris 1902, et Annexé au Bulletin de la Société Mycologique de France Fasc. 4 1902.

Nägler, K.: Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909.

Němec, B.: Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere cytologische Fragen. Berlin 1910.

Pavillard, J.: L'état actuel de la Protistologie végétale. Progressus rei Botanicae T. 3 1910.

Srasburger, E.: Über die Individualität der Chromosomen und die Prophybridenfrage. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 44 1907.

Vuillemin, P.: Les bases actuelles de la systématique en mycologie. Progressus rei Botanicae T. 2 1908.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über eine neue Amöbe auf Süßwasser-Polypen (*Hydra oligactis* Pall.).

Von
Dr. Géza Entz jun.,
Privatdozent an der Universität zu Budapest.

(Hierzu Tafel 2 u. 3 und 2 Textfiguren.)

Als ich mich im Herbste des Jahres 1910 mit Peridineen-Studien beschäftigte, traf ich Anfang September im Teiche des sogenannten „Városliget" (Stadtwäldchen) in Budapest auf eine auffallend große Menge von *Hydra oligactis* Pallas, welche ich im zoologischen Institut des Joseph-Polytechnikums züchtete. Das Wasser ließ ich vom genannten Teiche holen, zur Fütterung benutzte ich Daphnien und andere Entomostracenen der Umgebung. Die Polypen schienen sich anfangs wohl zu fühlen und vermehrten sich. Ende September aber fingen sie an zu degenerieren. Da ich die interessanten Degenerationserscheinungen zu beobachten hoffte, untersuchte ich ein Exemplar microskopisch und bemerkte mit Staunen, daß der Polyp mit Amöben überladen war. An der Körperwand, Mundscheibe und Armen, überall hafteten Amöben, und nicht nur an der äußeren Oberfläche saßen sie, sondern auch im Magen und in den Armen sah ich sie herumkriechen.

Meine Untersuchungen über diese interessante Amöbe, welche ich sowohl lebend, als auch an Schnittserien studierte, sollen in den folgenden Zeilen mitgeteilt werden.

Die Ergebnisse der Beobachtungen sollen in mehrere Abschnitte geteilt werden. Zuerst will ich die an den Lebenden studierten Eigenschaften anführen, dann die Ergebnisse der Schnittserien mitteilen,

Digitized by Google

welchen sich allgemeine Betrachtungen über Lebensweise und sytematische Stellung anschließen.

I. Die Größe unserer Amöbe schwankt zwischen 100—380μ, demzufolge ist sie zu den größeren Arten zu rechnen. Es sind unter ihnen sowohl kleine als auch größere Exemplare, welche in Größe in jedem Grad der Kontraktion respektive Expansion verschieden sind.

Die Formänderung unserer Art ist nicht rasch, so, daß sie sich bei mäßiger Vergrößerung mit Zeichenapparat abbilden ließ (Textfig. 1). In viel Wasser erscheinen sie als rundliche, oft mit

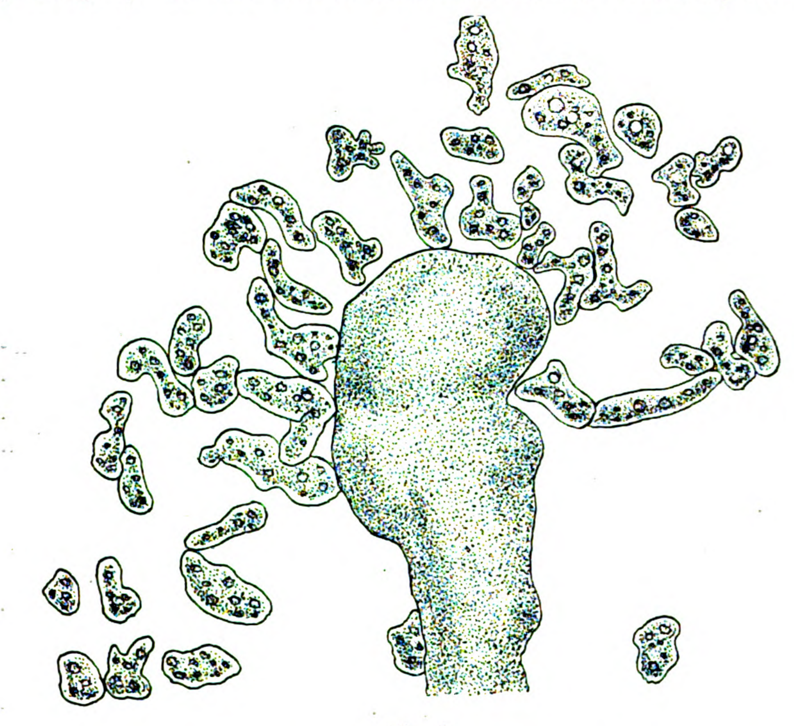


Fig. 1.
Körperende einer von Amöben überfallenen *Hydra*. Nach dem Leben.
REICHERT Obj. 3, Tubus 0. LEITZ Zeichenocular.

vielen warzenförmigen Pseudopodien besetzte Gebilde, welche an den Armen und Körperoberfläche der *Hydra* mit flacher Seite anliegen (Textfig. 1). Sind die Pseudopodien länger, so erscheinen sie oft in einer Form, welche der Frucht von *Trapa natans* oder Roßkastanie ähnelt (Taf. 2 Fig. 3). Wenn sich die Amöben von ihren Wirten trennen, bewegen sie sich rascher und erscheinen in genügendem

Digitized by Google

Wasser bald in Form von *A. limax* (Taf. 2 Fig. 12), bald aber — wenn sie viele längere, fingerförmige Pseudopodien senden — ähnlich der *A. proteus* (Taf. 2 Fig. 1 u. 4) und *A. polypodia* (Taf. 2 Fig. 4). Im allgemeinen läßt sich behaupten, daß die Formänderung dieser Amöbe in der Mitte zwischen *A. verrucosa*, *A. limax* und *A. proteus* steht. Auch die Konsistenz des Protoplasma steht zwischen diesen Arten, es ist nicht so dünnflüssig wie das Plasma von *A. proteus*, aber auch nicht so zäh wie jenes von *A. verrucosa*.

Wenn sich die Amöbe nach Art der *A. limax* bewegt, kann man die Zottenbildung bei der Fortbewegung am hinten bleibenden Körperende beobachten (Taf. 2 Fig. 2 u. 12). Die Zotten werden anscheinend aus dem hyalinen Ectoplasma gebildet. Oft kann man solche Exemplare beobachten, an welchen die Zotten an einem umschriebenen Feld entstehen (Taf. 2 Fig. 2), darüber, daß sich diese Gebilde — wie es von Greeff (12) und neuerdings von Grosse-Allermann (13) über *A. terricola* berichtet wird — vom Körper abschnüren, kann ich keine Beobachtung mitteilen.

Die Vorwärtsbewegung des Tierchens kann als langsam bezeichnet werden, doch hatte ich diesbezüglich keine Messungen angestellt.

Am Protoplasma der lebenden Amöbe läßt sich ein hyalines Ectoplasma und ein körniges Entoplasma unterscheiden. Ersteres ist bei der Bewegung immer an dem sich vorwärts begebenden Plasmateil zu beobachten (Taf. 2 Fig. 12). An der Grenze des Ecto- und Entoplasma kann man 3—4 μ lange, stark lichtbrechende, rhombische Kriställchen unterscheiden, deren Zahl ich in einer Amöbe auf 800—1000 schätze.

In der Peripherie des Entoplasma lassen sich 9—12 μ lange, das Licht sehr stark brechende, kuglige Gebilde unterscheiden, welche mit den Eiweißkugeln identisch zu sein scheinen.

Im Entoplasma lassen sich auch verschlungene Fremdkörper beobachten, unter ihnen Nahrungskörper, welche sich größtenteils als Bestandteile von *Hydra* erkennen lassen. So kann man den Farbstoff, Zellkerne, ganze verschlungene Zellen und Nesselkapseln in verschiedener Größe bemerken (Taf. 2 Fig. 10 u. 12). Pulsellen sind in verschiedener Zahl und Größe. Frisch von der Oberfläche von *Hydra* genommene Amöben haben gewöhnlich eine, wenn sie aber längere Zeit unter dem Deckgläschen gehalten wurden, erscheinen 3—4 Pulsellen.

Auch die Kerne liegen im Ectoplasma, sie sind aber nur dann sichtbar, wenn das Tierchen sich abflacht; in zusammengezogenem

Digitized by Google

Zustande kann man sie nicht unterscheiden. Gewöhnlich habe ich 2-, seltener 3—5- und nur ausnahmsweise 1-kernige Exemplare angetroffen (Taf. 2 Fig. 2, 5, 6, 10, 12).

An lebenden Amöben erscheinen die Kerne als farblose, das Licht ziemlich stark brechende, kuglige Gebilde. Gegen das Plasma werden sie von einem hyalinen Hof umgeben, in welchem der Kern von einer Membran umgeben erscheint, an deren inneren Seite sich 18—20 das Licht stark brechende Kügelchen anschmiegen (Taf. 2 Fig. 2, 5, 6). Wie aus dieser Beschreibung und den Abbildungen ersichtlich ist, erinnern diese Kerne an jene Kerne, welche Gruber (14, p. 206—207) von *Amoeba quinta* beschrieb, nur sind die Kerne unserer Amöbe größer, aber geringer an der Zahl (vgl. p. 27).

Die Durchmesser der Kerne sind an demselben Kern verschieden; der längere Durchmesser beträgt 28—30 μ, der kürzere 20—24 μ; die Kerne haben also eine elliptische Form. Die Größe der Kerne ist variabel, je nachdem, ob wir ein kleines oder ein größeres Amöbenexemplar vor uns haben; die Kerne kleiner Exemplare messen nur 14—15 μ, also ungefähr die Hälfte der größeren. —

Da sich an lebenden Amöben keine weiteren morphologischen Eigenschaften beobachten lassen, will ich einige Lebenserscheinungen schildern.

Formänderung und Bewegung. Es wurde bereits erwähnt (p. 20), daß Exemplare, welche sich an der Oberfläche von *Hydra* aufhalten, vermöge ihrer kurzen, warzenförmigen Pseudopodien eine *Trapa natans*-Frucht-ähnliche Form besitzen. Nach Doflein (5, p. 271) wird *A. vespertilio* oft in einer roßkastanienfruchtähnlichen Form angetroffen, in welcher Form alle Individuen in Teilung begriffen sind. An meiner Amöbe bedeutet die genannte Form leider nicht diesen Zustand, wovon ich mich oft überzeugen konnte.

Recht interessant erscheinen diese Amöben, welche den Spannerraupen oder Blutegeln ähnlich sich bewegen, indem sich das Tierchen mit einem Körperteil anheftet, den anderen ausstreckt, dann aber auch diesen hinter dem zuerst angehefteten anlegt und sich so schreitend fortbewegt.

Eine Art Plasmogamie konnte ich dann beobachten, wenn sich sehr viele Amöben an der Oberfläche der *Hydra* eng anschmiegen, da geschah nun oft, daß eine Amöbe mit einem Körperende mit einer anderen sich berührte und wie zusammenklebte, die Plasmateile sind aber nicht zu einem einheitlichen Gebilde zusammengeflossen, wie es bei der typischen Plasmogamie zu geschehen pflegt.

Digitized by Google

Nahrungsaufnahme. Die Nahrung besteht — wie man aus den verschlungenen Fremdkörperchen ersieht — hauptsächlich aus den Zellen und Zellbestandteilen der *Hydra*, doch werden nicht nur diese verschlungen, sondern auch andere geeignete Fremdkörper. So beobachtete ich einmal, wie eine Amöbe im Gastralraum der *Hydra* eine sehr kleine *Balantidium*-Art [1]) verschlang.

Das *Balantidium* wurde von der Amöbe ganz so „verschlungen", wie nach Grosse-Allermann die Nahrung durch *A. terricola* einverleibt wird (13, p. 224). Dieser Schlingakt, welchen Grosse-Allermann als Nahrungsaufnahme durch Invagination bezeichnet, verläuft bei unserer Art folgendermaßen: Wenn ein *Balantidium* eine Amöbe berührt, bleibt es an deren Oberfläche — wie Fliegen an der Leimrute — haften, was den Eindruck macht, daß an der Oberfläche die Amöbe ein klebriges Secret ausscheidet. Nun entsteht um die Umgebung der Beute ein ringförmiger Wall, welcher, sich allmählich erhebend, einen Trichter bildet. Bald schließen sich die Ränder der Vertiefung, wodurch die Beute ganz vom Plasma umschlossen wird. Anfangs kann man noch einen dünnen Kanal zwischen der Oberfläche und dem Verdauungsraum beobachten, bald verschwindet aber auch dieser und die Beute wird ganz vom Plasma umschlossen. Das *Balantidium* schlug noch einigemal mit den Cilien, bald aber stellten sie ihre Tätigkeit ein, und die Beute wurde als lebloser Klumpen vom Plasmastrom mitgerissen. Ich muß noch bemerken, daß nicht nur *Balantidien*, sondern auch die Körperzellen von *Hydra* so einverleibt, wie es die nach einem Schnitte gezeichnete Figur darstellt (Taf. 3 Fig. 14).

Den Verlauf der Verdauung habe ich nicht studiert, nur die Defäkation beobachtete ich einigemal, was rasch, explosionsartig geschah.

Tätigkeit der Pulsellen. Von der Tätigkeit der Pulsellen kann ich die von Greeff an *A. terricola* gemachte Beobachtung

---

[1]) Als Parasiten von *Hydra* sind *Trichodina pediculus* und *Kerona pediculus* bekannt. G. Entz sen. teilte mir mit, daß er einmal sämtliche Individuen einer *Hydra*-Kultur mit einer unbeschriebenen *Ophryoglena*-Art wie vollgepfropft antraf. Daß im Gastralraum von *Hydra* auch eine *Balantidium*-Art lebt, war bis jetzt unbekannt. Dieses *Balantidium* weicht von den bekannten Arten in der Form gar nicht ab, nur die Größe kann als charakteristisch angegeben werden. Die Länge ist 25 μ, die Breite 18 μ. Ich bezeichne diese Art als *Balantidium hydrae*. Zum zweitenmal beobachtete ich mit *Balantidium* vollgepfropfte *Hydra* am 20. März 1911 in solchen Hydren, welche ich mit Planktonnetz im Teiche am sogenannten Lágymányos nebst Budapest sammelte.


Digitized by Google

bestätigen (12, p. 308). Ich habe nämlich beobachtet, daß nach der Entleerung der Pulselle im Plasma zerstreut viele Vacuolen entstehen, welche zusammenflossen und so eine große kontraktile Blase darstellten. Wenn die Vacuolen eine gewisse maximale Größe erreicht haben — was in meinen Fällen bei 20—21° C Zimmertemperatur in 6—14 Minuten (nach Doflein bei *A. vespertilio* in 10—20 Minuten) geschah (vgl. A. Kanitz: Der Einfluß der Temperatur auf die pulsierenden Vacuolen der Infusorien usw. Biol. Centralbl. Bd. 27 1907 p. 11—25) — entleerte die Vacuole ihren Inhalt durch rasche Kontraktion. So oft eine Vacuole ihren Inhalt entleerte, entstand an der Körperoberfläche ein kurzes, fingerförmiges Pseudopodium. Pulsellen habe ich sowohl an den an der Körperoberfläche lebenden, als auch an den im Gastralraum befindlichen Individuen angetroffen.

Doflein beschreibt von *A. vespertilio* ganz eigentümliche runde, vacuolenartige Gebilde (5, p. 261 Fig. M.), von welchen er angibt, daß „diese Vacuolen müssen eine relativ feste Substanz enthalten, denn sie werden oft lange Zeit auf kaminartig vorragenden Pseudopodien, in deren distalem Teil sie stecken, wie ein Ei im Eierbecher emporgehalten“. Auch ich beobachtete öfters an dieser Amöbe ähnliche Gebilde, deren Bedeutung aber mir ganz unklar blieb.

Vermehrung. Ich beobachtete die an Amöben ziemlich selten zu Gesicht kommende Teilung nur einmal, und zwar zu Mittag, zwischen 12 und 12 Uhr 20 Minuten. Nach Fr. E. Schulze teilt sich *A. polypodia* in 10 Minuten, wovon $1^1/_2$ Minute auf die Kernteilung, die übrige Zeit aber auf die Plasmotomie fiel (29, p. 595). Nach Schaudinn teilt sich *A. crystalligera* in 1—2 Minuten (Schubotz 28, p. 2); Doflein fand, daß *A. vespertilio* sich in 15—45 Minuten teilt (5, p. 272), und Nägler schreibt, daß *A. lacustris* sich in 25 Minuten teilt (23, p. 2). Wenn wir die Teilungsgeschwindigkeit unserer Amöbe mit den mitgeteilten Angaben vergleichen, müssen wir sie als eine mittelrasche bezeichnen.

Die zur Teilung sich vorbereitende Amöbe machte keine Bewegung, es erhoben sich an der Körperoberfläche nur 1—2 fingerförmige Pseudopodien, welche bald verschwanden; die Amöbe blieb an derselben Stelle und es entstand an der Körpermitte eine Vertiefung, welche allmählich vorwärtsschreitend die Amöbe in zwei anscheinend gleich große Teile zerlegte. Die Teilung des Kernes beobachtete ich nicht, glaube aber, daß dieser Prozeß in der Nacht

Digitized by Google

sich abgespielt hat, weshalb am Tage nur Plasmotomie zu beobachten war. Die Teilhälften besaßen je einen Kern.[1])

Einmal hatte ich eine Amöbe in der Weise, daß ich den Tubus des Mikroskops auf das Deckglas drückte, in Stücke zerrissen und auch den Kern gequetscht. So entstand eine enucliierte Amöbe, welche — wie es von Amöben bekannt ist — sich abrundete und — wie *A. proteus* — sich lebhaft bewegend stundenlang lebte. Endlich ging sie aber zugrunde, da bei einer Defäkation das ganze Plasma, sozusagen explodierte und in lauter kleine Plasmatröpfchen zerfiel.

Zwischen den 6.—8. Dezember 1910 ging auch die letzte von Amöben infizierte *Hydra* zugrunde. In der Hoffnung, andere Hydren mit Amöben infizieren zu können, setzte ich einige in das infizierte Glas, doch ohne Erfolg. Die Hydren vermehrten sich, gingen dann in Depression zugrunde, doch von Amöben wurde keine angegriffen.

II. Zur Konservierung der von Amöben befallenen Hydren benutzte ich heißes Sublimat (NaCl 3 g, + $HgCl_2$ 25 g + H_2O dest. 500 g), wusch sie dann mit Jod-Jodkalium aus, führte sie durch Alkohol in Wasser, dann Heidenhains Eisenhämatoxylin. Die so in toto gefärbten Hydren bettete ich in Celloidin-Paraffin so, wie ich es in meiner Arbeit (9, p. 97—100) dargelegt habe. Außer Heidenhain benutzte ich als Färbemittel die Biondi-Ehrlich-Heidenhain'sche sowie auch Giemsa-Lösung; die klarsten Bilder gaben die Eisenhämatoxylin-Färbungen, worauf auch die Abbildungen sich beziehen. Im ganzen hatte ich 19 Hydren in Serien aufgeschnitten, von welchen 16 mit Amöben befallen waren, und zwar traf ich

in	5	Exemplaren	je	1	Amöbe, zusammen	5
„	2	„	„	2	„ „	4
„	3	„	„	4	„ „	12
„	1	„	„	5	„ „	5
„	2	„	„	13	„ „	26
„	1	„	„	14	„ „	14
„	1	„	„	30	„ „	30
„	1	„	„	44	„ „	44

[1]) Auch andere Sarcodinen teilen sich in der Nacht. So nach Khainsky (20, p. 173) *Arcella*; nach Doflein teilt sich auch *A. vespertilio* wahrscheinlich jede Nacht einmal (5, p. 153). In der Hoffnung, daß ich Kernteilungsstadien der Amöbe beobachten könnte, konservierte ich eine reichlich mit Amöben befallene *Hydra* in der Nacht zwischen 3 h 40 m und 4 h; an den Kernen ließen sich Anfangsstadien der Kernteilung wahrnehmen, sowie das Endstadium (vgl. p. 33).

Digitized by Google

Im ganzen waren in den 16 Exemplaren also 140 Amöben. Zu diesen Angaben muß ich noch hinzufügen, daß ich von diesen 16 Hydren nur zwei als von Amöben stark befallene ausgesucht habe, die übrigen wurden nur aufs Geratewohl konserviert. Da an den konservierten Hydren die Zahl der an ihnen befindlichen Amöben (Maximum 30—44) zu der an lebenden Exemplaren beobachteten (100—120) ziemlich gering ist, muß angenommen werden, daß der größte Teil bei der Konservierung verloren gegangen ist.

Allgemeine Körperform. Die heiße Sublimat-Fixierung hatte sich als sehr brauchbar erwiesen insoweit, als auch die allgemeine Körperform sehr gut konserviert wurde, so daß diese Formen, welche an den lebenden Amöben beobachtet wurden, auch an den konservierten angetroffen wurden. An den Schnitten konnte man entscheiden, daß die Exemplare, welche sich an der Körperoberfläche aufhalten, andere Form haben und sich anders bewegen, wie jene im Gastralraum. Die an der Körperoberfläche haftenden hatten die Form von *A. verrucosa* mit warzenähnlichen Pseudopodien, oder mit längeren, ähnlich der Frucht von *Trapa* oder der Roßkastanie. Oft trifft man an der Körperoberfläche Amöben, welche wie mit Sprößchen besetzt erscheinen, da aber deren Kerne sich im Ruhestadium befinden, ist ein Vermehrungsprozeß ausgeschlossen (Taf. 3 Fig. 18). Diese Seite der Amöben, mit welcher sie an die Körperoberfläche der *Hydra* sich anlegen, ist ganz flach und nur an den übrigen Stellen entstehen Pseudopodien. An den Schnitten mancher Exemplare kann man eine Art von Spalt beobachten, der — wie an Fig. 11 Taf. 3 zu sehen ist — tief eindringt und mit der — unten zu besprechenden — Pellicula überzogen ist. Dieser Spalt entsteht meiner Auffassung nach bei der spannweise fortschreitenden Bewegung dadurch, daß das eine Körperende ganz dem anderen entgegengetragen wird, so daß das Tierchen sich sozusagen knieförmig krümmt. Das Anfangsstadium dieses Vorgangs zeigt Fig. 15 Taf. 3, das Endstadium Fig. 11 Taf. 3.

Die *Limax*- und *Proteus*-Form ist am öftesten im Gastralraum anzutreffen, doch können auch die frei herumkriechenden in dieser Form erscheinen.

Die Zottenbildung läßt sich an den Schnitten am besten studieren. Diese Zotten sind teils fingerförmige, teils am Ende gabelförmig verzweigte hyaline, ectoplasmatische Gebilde, welche gewöhnlich an einem umschriebenen Körperteil entspringen (Taf. 3 Fig. 12, 13, 18). Ihre Anordnung ist — wie an tangentiellen Oberfläche-Schnitten zu beobachten ist — eine solche, daß die einzelnen

Digitized by Google

Zotten in abwechselnden Reihen stehen, wodurch sich eine ziemlich regelmäßige alternierende Anordnung ergibt.

An manchen Schnitten kann man den Nahrungsimport durch Invagination gut wahrnehmen, wie dies an Fig. 14 Taf. 3 gut zu sehen ist.

Pellicula. Von außen wird die Amöbe von einer Pellicula umgeben, welche eine ziemliche Dicke erreicht, doch immer nur den Bruchteil eines μ bildet. Sie ist nicht überall gleich dick (Taf. 3 Fig. 18 u. 19), denn an den Pseudopodien verdünnt sie sich, um an den übrigen Teilen sich wieder zu verstärken. An tangentiellen Schnitten kann man an der Oberfläche der Pellicula in ziemlich regelmäßigen alternierenden Reihen stehende rundliche Gebilde beobachten. Ähnliche Gebilde hat schon Greeff an der Pellicula der *A. terricola* beschrieben (12, p. 318, Taf. XIII Fig. 11), welche meiner Meinung nach mit den Entz'schen Cytophanen (8) identisch sein dürften und Ursprungsstellen der Zottenfüßchen darstellen.

In den Schnitten läßt sich nicht überall eine Differenz in der Struktur des Ecto- und Entoplasma unterscheiden und nur die verschlungenen Fremdkörper bezeichnen das Entoplasma.

Das Plasma erscheint in Schnitten feinwabig; die Größe der Waben ist nur 1 μ.

Die an der Grenze des Ecto- und Entoplasma gelegenen und an den Lebenden klar zutage tretenden rhombischen Kriställchen (siehe p. 21) kann man in den Schnitten nicht antreffen. Sie müßten sich bei der Präparation auflösen. Von Schubotz wird berichtet (28, p. 34, 36, 39), daß er an der Grenze des Ecto- und Entoplasma von *A. proteus* und *A. villosa* 2—5 μ lange, rhombische Kriställchen antraf, welche Doppelsalze von phosphorsaurem Kalium oder Natrium sind. Nachdem die Kriställchen unserer Amöbe in ihrer Form, Lagerung im Protoplasma und Löslichkeit sich identisch verhalten, ist es möglich, daß sie auch ähnliche chemische Zusammensetzung haben.

Dicht unter der Pellicula kann man oft ziemlich viele hohle Kügelchen beobachten (Taf. 3 Fig. 11—19), welche zum Teil den stark lichtbrechenden Kügelchen entsprechen (vgl. p. 22), deren Inhalt bei der Präparation aufgelöst wurde. Von der eigentlichen Natur, Beschaffenheit und Bedeutung dieser Gebilde hatte ich nichts erforschen können. Nach Schubotz (28, p. 29—34) sind ähnliche Gebilde von *A. proteus* und *A. villosa* Eiweißkugeln. Die auffallendsten Einschlüsse des Entoplasma sind die in verschiedenen Stadien der Verdauung befindliche, verschlungene Fremdkörper.

Digitized by Google

Diese befinden sich nicht nur im Zentralteil, sondern auch an der Peripherie des Entoplasma und dringen bis an das Ectoplasma. Als solche lassen sich ganze Zellen, Zellkerne und der Farbstoff von *Hydra*, sowie Nesselkapseln am öftesten beobachten, welch letztere von den kleinsten bis zu den größten Exemplaren aufzufinden sind. Die Menge der Fremdkörper ist sehr verschieden, in einem Individuum findet man bloß einen (Taf. 3 Fig. 14), andere aber können mit ihnen wie vollgepfropft erscheinen (Taf. 3 Fig. 18). Die Fremdkörper sind oft im Plasma ohne jeglichen Hof — Verdauungsvacuole —, oft aber in ein solches eingeschlossen. Die Ursache dieser Erscheinung denke ich in der geschilderten Art (p. 23) der Nahrungsaufnahme durch Invagination gefunden zu haben, bei welcher die Fremdkörper ganz eng mit dem Plasma in Berührung kommen (Taf. 3 Fig. 14), und die Verdauungsvacuole entsteht erst später durch Zusammenfließen der „Säfte" um das verschlungene Opfer. Auch Schubotz (28) berichtet, daß die Fremdkörper bei *A. blattae* eng vom Plasma umschlossen werden.

Von den verschiedenen Einschlüssen des Entoplasma sind gewiß die Nesselkapseln am interessantesten. Das Protisten Nesselkapseln verschlingen können, ist eine längst bekannte Tatsache. Stein berichtet (31, p. 173, Taf. X Fig. 5—8), daß *Kerona pediculus* die Nesselkapseln der *Hydra* in sich einverleibt, was auch ich beobachtet habe.[1])

Darüber, ob die Nesselkapseln verdaut werden oder nicht, habe ich keine Beobachtungen gemacht, doch nachdem ich nie eine Spur der Veränderung an den Nesselkapseln wahrnehmen konnte, glaube ich, daß sie die Amöben unverdaut passieren. Dies dürfte wohl auch die Ursache der merkwürdigen Tatsache sein, daß das Gift der Nesselkapseln auf die Amöben keine Wirkung hat: daß heißt weil es sich aus den Nesselkapseln nicht entleert, da die Nesselfäden nicht ausgeschleudert werden, was nach meiner Meinung wieder mit der Depression und Absterben der Hydrazellen in Zusammenhang stehen könnte, vorausgesetzt, daß auch *Kerona* nicht an ganz lebensfrischen *Hydren* leben sollte.

Über die Zahl und Form der Kerne habe ich schon berichtet (p. 21, 22), nun will ich auf die feinere Struktur eingehen.

Die Kerne sind im Plasma entweder von einem breiteren oder schmäleren hyalinen Hof umgeben (Taf. 3 Fig. 7—9) oder aber vom Plasma eng

---

[1]) Nicht nur Protisten, auch gewisse Metazoen können Nesselkapseln verschlingen, wie dies von den Äolidien (*Nudibranchiata*) bekannt ist.

Digitized by Google

umschlossen (Taf. 3 Fig. 1, 12, 14, 16, 17). Da man auch an lebenden Amöben oft einen hellen Hof um den Kern sehen kann (siehe p. 22), können wir diesen Hof als dessen Homologon betrachten. An wohlkonservierten Exemplaren ist er kaum oder nur als sehr enger Ring um den Kern zu bemerken, erscheint aber als breiter Saum an den minder gut gelungenen Exemplaren. Diese Tatsache spricht dafür, daß die Konservierung auf die Ausdehnung des hyalinen Hofes großen Einfluß hat.

Innerhalb dieses Raumes, welcher mit keiner Membran umkleidet ist, liegt — oder richtiger gesagt schwebt — der Kern. Gegen den hyalinen Raum wird er durch eine ziemlich dicke Kernmembran abgeschlossen (Taf. 3 Fig. 7, 8, 11 usw.), dessen Dicke gegen 0,1 μ sein kann, also weit hinter der Dicke der Kernmembran von *A. blattae* verbleibt, welche nach Schubotz 1—2 μ dick sein soll, was von Janicki allerdings (18, p. 381) als übertrieben angegeben wird, von Mercier aber bestärkt wird (22, p. 150). Innerhalb der Kernmembran folgt eine 2—3 μ dicke, aus ziemlich regelmäßigen 3—4 Reihen Waben bestehende Zone, in welcher sich Chromatin selbst in kleinsten Teilchen nicht nachweisen ließ. Das Chromatin bildet innerhalb der Lininzone anscheinend ein spiremähnliches Gebilde, richtiger gesagt eine aus nahe aneinander gelagerten Schleifen gebildete Hohlkugel, die, wie man an solchen Schnitten bemerken kann, welche von der Mitte des Kernes herstammen, eine geschichtete Struktur aufweist (Taf. 3 Fig. 7, 8, 11). Da nun das Chromatin eine Hohlkugel bildet, sind die Schnitte, welche von der Mitte des Kernes stammen, eben der aus einzelnen Schleifen gebildeten Struktur zufolge, wie aus Gliedern zusammengesetzt, welche im ganzen einen gegliederten Ring darstellen (Taf. 3 Fig. 8, 10, 11).

Weil die Chromatinschleifen einen geschichteten Bau haben, erscheint in solchen Schnitten ein jedes Chromatinglied aus stäbchenförmigen Chromatinstücken, wie aus Chromosomen zusammengesetzt (Taf. 3 Fig. 8, 10, 11).

An solchen Schnitten, welche sozusagen einen Pol des Kernes darstellen, ist gut ersichtlich, daß das Chromatin aus gebogenen Schleifen, Bändern gebildet wird, deren geschichtete Struktur bei dieser Ansicht gar nicht zu erkennen ist (Taf. 3 Fig. 1—3). Innerhalb der Chromatinkugel kann man in der Mitte des Kernes einen Nucleolus beobachten, welcher in einem Hohlraum mit radialen Lininfäden befestigt schwebt (Taf. 3 Fig. 7, 10, 11). Ganz in der Mitte des Nucleolus kann man ein winziges chromatisches Korn beobachten, welches von nicht ganz regelmäßig angeordneten Kügel-

Digitized by Google

chen (oder Stäbchen?) umgeben wird (Taf. 3 Fig. 7 u. 11). Ich kann nicht verschweigen, daß es mir oft so schien, als ob das Chromatin des Nucleolus auch eine aus gebogenen Bändern gebildete Hohlkugel darstellen würde, also ganz so gebaut wäre wie das äußere Chromatin, doch konnte ich mich von der Richtigkeit dieser Vermutung nicht überzeugen.

Zwischen 200—300 Kernen, welche ich bei Durchmusterung der Präparate studiert habe, waren auch einige, welche von dem beschriebenen Typus abweichend gebaut waren. Den oben geschilderten Zustand halte ich, aus weiter unten mitzuteilenden Gründen, für den ruhenden Kern, die von diesem abweichenden aber für solche, welche in Teilung sind. Eine Differenz zeigt sich namentlich im Bau der Chromatinschleifen. Im ruhenden Kern stellen die Chromatinschleifen sich gleichförmig dunkel schwarzblau färbende 2—3 μ breite Bänder dar, in welchen man keine Unterbrechung des Chromatins bemerken kann (Taf. 3 Fig. 1). In den sich teilenden Kernen kann man hingegen bemerken, daß in den Chromatinschleifen sich nicht färbende runde Gebilde — Vacuolen — auftreten (Taf. 3 Fig. 4), welche dann, wie an anderen Präparaten zu sehen ist (Taf. 3 Fig. 5), zusammenfilzen und so die Bänder der Länge nach spalten, wodurch statt eines breiten Chromatinbandes zwei schmälere (1—1,4 μ breite) zustande kommen. In anderen Kernen kann man bemerken, daß die Aufteilung des Chromatins noch weiter vorschreitet und zwar dadurch, daß das schmale Chromatinband der Dicke nach auch geteilt, gegliedert wird, wodurch ungefähr 2 μ lange, und 0,4 μ dicke Stäbchen zustande kommen, welche innerhalb der Kernmembran und zu einem Kugelmantel geordnet, sonst aber unregelmäßig nebeneinander liegen (Taf. 3 Fig. 6). Diese Stäbchen halte ich für Chromosomen, deren Gesamtzahl ungefähr 200 betragen mag.

In einigen Kernen habe ich auch beobachtet, daß nicht nur das peripherische Chromatin so in Chromosomen zerfiel, sondern der Nucleolus sich auflöste und an seiner Stelle im Kerninneren von den peripherischen Chromosomen in der Größe etwas abweichende, nämlich 1—1,4 μ lange und ungefähr 0,3 μ dicke Chromosomen (Taf. 3 Fig. 9—11) entstanden sind, deren Zahl etwa 40 beträgt.

Vergleichen wir das Bild der lebenden Kerne mit jenem der fixierten, so stellt es sich heraus, daß am Lebenden nur gewisse Details wahrgenommen wurden, und zwar entspricht der hyaline Hof des lebenden Kernes dem perinucleären Raum, innerhalb dessen der Kern von Membran umschlossen schwebt. Die im lebenden Kerne als stark lichtbrechend, halbmondförmig erscheinenden Gebilde

Digitized by Google

entsprechen den optischen Schnitten der Chromatinbänder, welche im lebenden Kern der Kernmembran eng anliegen, die äußeren Waben scheinen also Kunstprodukte zu sein. Andere Details konnte ich am lebenden Kerne nicht beobachten, kann also über ihre Homologie nichts berichten.

Nach der Beschreibung dieser interessanten Kernstruktur drängt sich die Frage in den Vordergrund, mit welchen Kernbestandteilen die beschriebenen zu homologisieren sind. Um die Homologisierung durchführen zu können, müssen wir den Kern unserer Amöbe mit ähnlichen, bereits bekannten Kernstrukturen anderer Protisten, in erster Reihe Amöben, vergleichen.

In der Literatur sind einige Kernstrukturen beschrieben, welche mit der Struktur unserer Art viel Ähnlichkeit haben. So hat zu allererst Gruber eine Beschreibung des Kernes seiner *Amoeba quinta* gegeben, welcher Ähnlichkeit mit dem Kern unserer Amöbe aufweist und lautet wie folgt: „Man unterscheidet an dem etwa 0,01 mm im Durchmesser aufweisenden Kern (Fig. 27) eine deutliche Kernmembran und den Kernsaft, in welchem die chromatische Substanz in zweierlei Weise abgelagert ist: einmal bildet sie eine Schicht an der Peripherie, nur durch einen schmalen Zwischenraum von der Kernmembran getrennt und im Leben aus einzelnen Körnchen zusammengesetzt erscheinend, die bei der Präparation zu einer Masse verschmelzen. Ferner liegt eine abgerundete Masse von Chromatin im Zentrum des Kernes, einen ziemlich umfangreichen Nucleolus darstellend. Dieser tritt aber erst bei Anwendung von Reagentien recht deutlich hervor, während am lebenden Kern nur eine leichte Trübung innerhalb der Randzone sichtbar wird“ (14, p. 206—207). Nach Gruber's mitgeteilter Schilderung vom Kern der *A. quinta* ist dieser so sehr ähnlich der Struktur unserer Amöbe, daß man die einzelnen Kernteile für Homologa halten muß. Doch, nachdem Gruber's Bezeichnungen von der heutigen sehr verschieden sind, müssen wir neuere Angaben in Betracht ziehen.

Viele Ähnlichkeit weist der Kern von *Amoeba (Pelomyxa) binucleata* Schaudinn mit unserer Amöbe auf. Diese Art hat auch eine dicke Kernmembran, worauf 4—5 Reihen „Waben“ folgen, innerhalb dieser Waben ist das Chromatin, welches ein oft in verschiedener Richtung aufgerolltes Band darstellt (27, p. 137). Es kommen auch Kerne mit einem Zentrum vor, wovon radiäre Fäden entspringen, welche nach Schaudinn immer in Teilung begriffen sind.

Die größte Übereinstimmung von allen mir bekannten Amöben

Digitized by Google

zeigt die Kernstruktur der von BEAUREPAIRE-ARAGAO (1) beschriebene *Amoeba diplomitotica.*

An dieser Art läßt sich am Kern eine Kernmembran unterscheiden, innerhalb derselben das Chromatin (im optischen Schnitte) als ein in Stäbchen geteilter Kranz erscheint, worauf ein Nucleolus folgt, in welchem um einen Mittelpunkt auch stäbchenförmiges Chromatin vorkommt. Wenn wir diese Beschreibung oder das Bild, welches ARAGAO von diesem Kern mitteilt (1, Fig. 1), mit der Beschreibung und Abbildung (Taf. 3 Fig. 7—19) unserer Art vergleichen, ist die Übereinstimmung so groß, daß wir die entsprechenden Teile für homolog halten müssen. Die SCHAUDINN-HARTMANN'sche Terminologie ARAGAO's beibehaltend, müssen wir die Kernbestandteile unserer Amöbe folgendermaßen bezeichnen: Von außen wird der Kern von der Kernmembran umgeben, innerhalb derselben folgen Lininwaben, worauf das anscheinend in Chromosomen geteilte Chromatin und in der Mitte ein echtes mit Centriol versehenes Caryosom folgt, in welchem ebenfalls chromosomenartige Gebilde zu beobachten sind.

Diese Bezeichnungen halte ich auch für richtig, mit Ausnahme dessen, daß das Chromatin des ruhenden Kernes in Chromosomen geteilt sei, weil dies an unserer Amöbe der Tatsache nicht entspricht; die sogenannten Chromosomen sind nur Durchschnittsbilder geschichteter Chromatinbänder, welche sich nur bei der Teilung durch Längsspaltung und Querteilung in Chromosomen auflösen. Diese Beobachtung gibt Grund zur Vermutung, daß auch im Falle ARAGAO's das äußere Chromatin tatsächlich eine aus Bändern bestehende Chromatinhohlkugel darstellt, welche nur im optischen Schnitte als ein von Chromosomen gebildeter Kranz erscheint.[1])

Der Kern unserer Amöbe ist also ein echter Caryosomkern — im Sinne HARTMANN's — mit Centriol, peripherischem und caryosomatischem Chromatin, welches in der Ruhe in geschichtete Bänder (Schleifen) angeordnet ist. Diese Chromatinbänder werden bei der Teilung durch der Länge nach miteinander zusammenfließende Vacuolen gespalten, dann in Querrichtung geteilt, wodurch das Chromatin in

---

[1]) GRUBER erwähnt (14, p. 206—207), daß im Kern der lebenden *A. quinta* die peripherische (Chromatin) Masse aus Kügelchen zusammengesetzt erscheint, welche nur bei der Präparation in eine einheitliche Masse verschmelzen. An der lebenden Amöbe habe auch ich den Kern aus Kügelchen gebaut gefunden, welche aber auch nur optische Durchschnittsbilder, Chromatinbänder, sein können. Um den Tatbestand endgültig zu entscheiden, müßte man lebende Kerne eingehender studieren.

Digitized by Google

Chromosomen zerfällt. Das Caryosom scheint auch ebenso gebaut zu sein und sein Chromatin zerfällt bei der Teilung ebenfalls in Chromosomen, welche aber kürzer und schmäler sind als jene des peripherischen Chromatins. Bei der Teilung sind also zweierlei Chromosomen vorhanden: längere aus dem peripherischen Chromatin, gegen 200 an der Zahl, und kürzere aus dem Caryosom, gegen 40 an der Zahl.

Den weiteren Verlauf der Teilung konnte ich nicht beobachten, nur ein Endstadium stand mir noch zur Verfügung. Aus diesem (Taf. 3 Fig. 8) ist es ersichtlich, daß nach der Teilung hier ein ganz ähnlicher Zipfel am Kern zu beobachten ist, wie Mercier es von *A. blattae* zeichnet (22, Taf. 10 Fig. 10) in welchem noch die isolierten Chromosomen sichtbar sind. Aus den Anfangsstadien sowie aus der Struktur des ruhenden Kernes läßt sich folgern, daß auch der weitere Verlauf der Teilung dem von *A. diplomitotica* ähnlich sein müsse.

III. Aus dem eben Mitgeteilten ist ersichtlich, daß der Kern von *A. quinta* und namentlich von *A. diplomitotica* sehr viel Ähnlichkeit mit dem Kerne unserer Art hat; die Ähnlichkeit mit *A. diplomitotica* ist sogar so groß, daß wir die Kernbestandteile homologisieren konnten. Es fragt sich nun, ob die große Übereinstimmung der Kerne nicht davon herrührt, daß wir es mit ein und derselben Art zu tun haben? Um dies entscheiden zu können, habe ich die Merkmale von *A. quinta*, *A. diplomitotica* und der von uns beobachteten Art in einer Tabelle zusammengestellt (s. p. 35).

Aus dieser Tabelle ist es ersichtlich, daß diese Arten tatsächlich gemeinsame Charaktere haben, in mancher Beziehung sind sie aber auch verschieden voneinander.

A. quinta und unsere Amöbe sind in folgenden Eigenschaften gleich gebaut:

1. in der Struktur der Kerne,
2. in der Form der Pseudopodien,
3. im Vorkommen kleiner Kriställchen, sowie
4. stark lichtbrechender Kügelchen (= Eiweißkügelchen) im Plasma.

Verschieden sind beide Arten

1. in der Größe,
2. in der Konsistenz des Protoplasma,
3. in der Absonderung in Ecto- und Entoplasma,

Digitized by Google

4. im Vorhandensein oder Fehlen einer Pellicula,
5. im Vorhandensein oder Fehlen von Chromatin im Plasma,
6. in der Zahl der Kerne,
7. in der Größe der Kerne,
8. in der Art der Bewegung,
9. in der Lebensweise und Art der Ernährung.

Unsere Amöbe und *A. diplomitotica* sind außer in der Kernstruktur nur in der Absonderung des Plasma in Ecto- und Entoplasma, sowie im Vorhandensein mehrerer kontraktilen Vacuolen gleich gebaut.

Aus dieser Zusammenstellung denke ich den Schluß ziehen zu dürfen, daß genannte Amöben nicht zu derselben Art gezogen werden können, da nur die identische Kernstruktur als Artcharakter angesehen werden konnte. Jedenfalls ist aber der gleiche Bau des Kernes dieser Arten von Wichtigkeit. Um den spezifischen Wert gleich gebauter Kerne würdigen zu können, müssen wir die Kerne anderer Amöben, eventuell anderer Protisten in Betracht ziehen und prüfen, ob nicht auch in anderen Arten ein ähnlicher Kerntypus vorkommt.

Nach Doflein's Darstellung hat der Kern von *A. proteus* viel Ähnlichkeit mit unserer Art, da dieser auch einen aus peripherischem Chromatin und aus Chromatin und Plastin gebildeten Nucleolus besitzt (6, p. 562 Fig. 493 A u. B). Nach E. R. Whitmore hat *Amoeba limax* subsp. M. I. auch in vegetativer Form einen Kern mit Caryosom inmitten von Centriol, etwas Außenchromatin und Kernmembran (33, p. 94). Ähnlich gebaut scheint auch der Kern von *Entamoeba histolytica* Schaudinn nach Doflein's Abbildung zu sein (6, p. 581, Fig. 512 B). Sehr ähnlich ist auch der von Hartmann beschriebene Kern von *Entamoeba testudinis* (16, Taf. 2 Fig. 5). Und nicht nur bei Amöben, sondern auch bei anderen Protisten gibt es ähnliche Kerne. So ist der von Schaudinn so eingehend studierte Kern von *Calcituba polymorpha* Roboz im Stadium der multiplen Kernteilung ganz ähnlich gebaut (Doflein 6, p. 160, Fig. 168 C), da sich auch hier das Chromatin dem Kernmembran anlagert, um später auszuwandern. Ganz identisch scheint ferner der ruhende Kern von *Haemoproteus noctuae* gebaut zu sein, bei welcher Art man — nach Schaudinn — innerhalb der Kernmembran Chromosomen, in der Mitte ein plastin Caryosom mit Centriol und in Chromosomen geteiltes Chromatin zu beobachten ist. Eine Ähnlichkeit zeigt nach Doflein's Abbildung (5, p. 393 Fig. 340 D) der Kern der sogenannten weiblichen Formen von weiblichen Formen von *Trypanosoma raiae*. Auch Goldschmidt zeichnet einen ähnlich gebauten Kern von *Mastigella*

Digitized by Google

Amoeba quinta. Größe: ø?	*Amoeba diplomitotica* 20—30 μ.	*Amoeba* n. sp. 100—368 μ.
Das Plasma ist dünnflüssig.	Das Plasma ist dünnflüssig.	Das Plasma ist nicht sehr dünnflüssig.
Am Ende der Pseudopodien kein hyalines Ectoplasma.	ø	Eas Ende der Pseudopodien mit hyalinem Ectoplasma.
Pseudopodien lobos.	Pseudopodien strahlförmig.	Pseudopodien lobos.
Das Plasma ist nicht in Ecto- und Entoplasma gesondert.	Das Plasma ist in Ecto- und Entoplasma gesondert.	Das Plasma ist in Ecto- und Entoplasma gesondert.
ø	Das Ectoplasma ist alveolär.	Das Ectoplasma ist nicht alveolär.
Das Plasma ist granuliert.	Das Plasma ist granuliert.	Das Plasma ist nicht granuliert.
ø	Im Plasma sind Bakterien.	Im Plasma sind keine Bakterien.
Im Plasma sind Kriställchen.	ø	Im Plasma sind Kriställchen.
Verdauungsvacuolen vorhanden.	Verdauungsvacuolen vorhanden.	Verdauungsvacuolen vorhanden.
Im Plasma sind glänzende Körner (Eiweißkugeln?).	Im Plasma sind keine glänzenden Körner (Eiweißkugeln?).	Im Plasma sind glänzende Körner (Eiweißkugeln?).
ø	Mehrere kontraktile Vacuolen sind vorhanden.	Mehrere kontraktile Vacuolen sind vorhanden.
Nahrung: pflanzlicher Detritus.	Nahrung: Bakterien.	Nahrung: Zellen von *Hydra* und kleine Ciliaten.
Im Plasma ist Chromatin zerstreut.	ø	Im Plasma ist kein Chromatin.
Lebt im Schlamm.	Lebt in Heuinfusion.	Lebt im und am *Hydra*.
Bewegt sich auch fließend.	ø	Bewegt sich nicht fließend.
Zahl der Kerne sehr groß.	Nur ein Kern.	1, 2, 3 bis 5 Kerne.
Kernmembran vorhanden.	Kernmembran vorhanden.	Kernmembran vorhanden.
Kerndurchmesser 10 μ.	Kerndurchmesser 3—4 μ.	Kerndurchmesser 14—30 μ.
Das peripherische Chromatin besteht aus Tropfen.	Das peripherische Chromatin besteht aus Kügelchen.	Das peripherische Chromatin besteht aus Kügelchen.
Kern mit Caryosom (?).	Kern mit Caryosom.	Kern mit Caryosom.
Im Kern zwischen zwei Chromatinzonen eine achromatische Zone.	Im Kern zwischen zwei Chromatinzonen eine achromatische Zone.	Im Kern zwischen zwei Chromatinzonen eine achromatische Zone.
ø?	In der Mitte des Caryosoms ein Centriol.	In der Mitte des Caryosoms ein Centriol.
?	Im Plastin des Caryosoms eingelagertes Chromatin.	Im Plastin des Caryosoms eingelagertes Chromatin.
ø	ø	Pellicula vorhanden.

Digitized by Google

vitrea, im Anfangsstadium der Teilung (11, Taf. 7 Fig. 40). Von der Größe abgesehen zeigt aber die bis ins kleinste gehende Übereinstimmung der Kern der von ARAGAO beschriebenen *Polytomella agilis* (2) und ARAGAO behauptet, daß dieser Kerntypus sich noch bei vielen Protisten auffinden läßt (2, p. 47).

Wenn wir all diese gleich gebauten und an so verschiedenen Protisten vorkommenden Kerne in Betracht ziehen, können wir auf die Identität *(A. diplomitotica)* oder Ähnlichkeit *(A. quinta)* der Kerne von zwei Amöben-Arten noch nicht auf Artidentität schließen. Da wir die übrigen Übereinstimmungen zwischen unserer Amöbe und anderen Arten schon als unwesentliche betrachtet haben, da ferner zwischen unserer Art und den beschriebenen viele Differenzen vorhanden sind, dürfen wir behaupten, daß unsere Amöbe eine durch ihre morphologischen und biologischen Eigenschaften gut umschriebene Art darstellt, welche ich nach seinem Wirt und seiner Lebensweise als *Amoeba hydroxena*[1]) benenne und mit folgenden Worten charakterisiere:

Amoeba hydroxena ist eine an der Körperoberfläche und im Gastralraum von *Hydra* lebende Art, welche die Ecto- und Entodermzellen der *Hydra*, so wie die im Gastralraum von *Hydra* lebenden Ciliaten *(Balantidium hydrae* ENTZ jun.) verzehrt. Zumeist mißt sie ca. 100 μ, doch kommen auch 250—380 μ große Exemplare vor. Die Pseudopodien sind lobos und erinnern, wenn sie in geringer Zahl sind, an *A. limax*, sind sie größer in Zahl und auch länger, so haben sie mit *A. proteus* und *A. polypodia* Ähnlichkeit, wenn sie endlich kurze und viele, gedrungene, warzenförmige Pseudopodien haben, so sind sie der *A. verrucosa* ähnlich. Exemplare, welche sich an der Oberfläche von *Hydra* aufhalten, erinnern an *A. verrucosa*, jene aber, welche im Gastralraum sich befinden, sind *A. limax* und *A. proteus* ähnlich.

Die Formveränderung geschieht rascher wie bei *A. verrucosa*, aber langsamer als bei *A. proteus*. Wenn sich *Amoeba hydroxena*

[1]) Da *A. diplomitotica* und *A. hydroxena* außer ihrer Lebensweise hauptsächlich in der Größe verschieden sind, könnte man auch daran denken, daß beide Arten sich eventuell so verhalten, wie die aus der Cyste nach beendeter Polytomie auskriechenden Jugendformen von *A. proteus* (welche nur 10—14 μ Größe haben, wie *A. diplomitotica* [20—30 μ]), während die ausgewachsene Form bis 200—500 μ groß wird, wie *A. hydroxena*. Man könnte auf dies basierend beide Arten für identisch halten. Solange aber der Zusammenhang zwischen den im Heuaufguß lebenden kleinen und am *Hydra* lebenden großen Amöben nicht bewiesen wird, scheint es richtiger zu sein, beide Amöben als verschiedene Arten anzufassen.

Digitized by Google

vorwärts bewegt, erscheint an dem nach hinten gerichteten Körperende Zottenbildung.

Der Körper wird von einer ziemlich dicken Pellicula umgeben, welche sich an den Pseudopodien verdünnt. Eine Sonderung in hyalines Ecto- und gekörntes Entoplasma läßt sich nur am lebenden Tier und in den Schnitten hauptsächlich in den Pseudopodien beobachten, namentlich in den Zotten. Im Entoplasma lassen sich Eiweißkügelchen (?) und rhombische Kriställchen beobachten und die verschlungenen Fremdkörperchen lassen sich auch hier auffinden: verschlungene *Hydra*-Zellen, *Hydra*-Zellkerne, der Farbstoff von *Hydra* und Nesselkapseln.

In normalen Verhältnissen ist nur eine Pulselle vorhanden, welche ziemlich langsam pulsiert (in 6—14 Minuten einmal); wenn aber die Lebensverhältnisse ungünstig werden, nimmt die Geschwindigkeit der Kontraktionen zu und auch ihre Zahl vermehrt sich auf 5—6. Oft konnte ich auch kugelförmige, hyaline, vacuolenähnliche Gebilde am Ende der trichterförmigen Pseudopodien beobachten, deren Bedeutung aber mir unbekannt geblieben ist.

Die Nahrung wird mit Invagination an trichterförmigen Pseudopodien aufgenommen, die Defäkation geschieht explosionsartig.

Die Zahl der Kerne ist 1—5, die Form elliptisch, die Größe 14—15 respektive 28—30 μ. Am lebenden Tiere lassen sich die Kerne in der Form heller Blasen beobachten, welche von einem hyalinen Hof umgeben werden. Am Kern selbst kann man eine Membran, sowie daranhaftende im optischen Medianschnitte halbkugelförmig erscheinende Körperchen (Chromatin) beobachten.

An gefärbten Schnitten kann man an dem im hyalinen Raum eingeschlossenen Kern eine ziemlich dicke Kernmembran unterscheiden, worauf eine Zone ziemlich regelmäßiger Lininwaben folgt. Letztere werden vom Chromatin in zwei Zonen zerlegt, in das peripherische und in ein zentrales. Das Chromatin wird von Chromatinschleifen gebildet, welche in einem Kugelmantel unregelmäßig angeordnet sind. Die Chromatinschleifen bestehen aus Lamellen, welche sich der Kernmembran parallel anordnen. In der Mitte des Kernes ist ein echtes Plastin-Caryosom, mit Centriol und peripherischem Chromatin. Das Caryosom wird mit radiären Lininfäden in seiner Lage gehalten.

Wir wollen nun versuchen die Stelle zu bezeichnen, welche der *A. hydroxena* unter den bekannten Amöben zukommt. Um dies

Digitized by Google

zu tun, müssen wir über die bis heute beschriebenen Amöben respektive über die Einteilung der beschriebenen Amöben einen Blick werfen.

Leidy war der erste (21, p. 204—205), welcher eine Einteilung des Genus *Amoeba* unternommen hat. Er teilte sie nach ihrer Lebensweise in freilebende und parasitische Arten und diese zwei Gruppen konnte er nicht nur nach ihrer Lebensweise, sondern auch nach ihren morphologischen Charakteren unterscheiden. Für die erstere Gruppe ist es charakteristisch, daß sie kontraktile Vacuolen besitzen, letztere sind hingegen Parasiten und haben keine Putsellen. Letztere Gruppe wurde von Leidy als *Entamoeba* von den übrigen Amöben getrennt. Unsere Amöbe scheint mit beiden Gruppen in gewissen Zügen übereinzustimmen, da sie Pulsellen besitzt und trotzdem parasitisch zu leben scheint. Nun fragt sich aber, ob unsere Art als Parasit zu halten sei oder nicht?

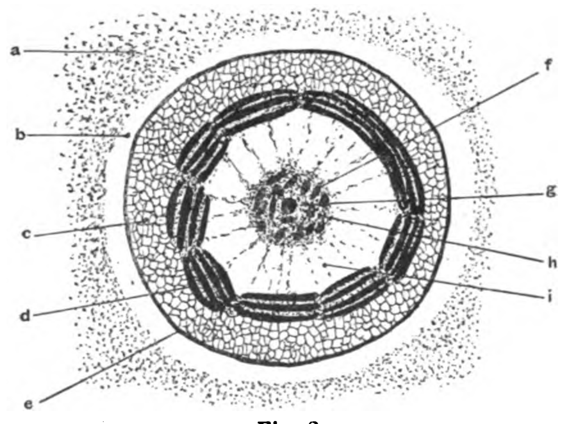


Fig. 2.
Etwas schematische Abbildung des medialen Kernschnittes von *Amoeba hydroxena*. *a* = Protoplasma. *b* = perinucleärer Raum. *c* = Lininwaben. *d* = Chromatinplättchen. *e* = Kernmembran. *f* = Chromatin des Caryosoms. *g* = Centriol. *h* = Caryosom. *i* = Lininfäden, welche das Caryosom peripherisch befestigen.

Nach Doflein (6, p. 589) macht Schaudinn die Entscheidung dessen, ob man einen Organismus für einen krankheitserregenden Parasiten halten soll oder nicht, von folgenden Bedingungen abhängig:

1. Es muß festgestellt werden, daß der für einen Parasiten gehaltene Organismus im erkrankten Wirte immer vorhanden ist;

2. es muß bewiesen werden, daß bei der Erregung der Krankheit Bakterien keine Rolle spielen;

3. es muß ein Zusammenhang zwischen der Biologie des erkrankten Organismus und dem für den Krankheitserreger gehaltenen konstatiert werden;

4. es muß durch Übertragung des für den Krankheitserreger

Digitized by Google

gehaltenen Organismus auf ein gesundes die spezifische Krankheit erzeugt werden können.

Die von *A. hydroxena* befallenen Hydren befinden sich, wie oben erwähnt, im Zustande der Depression, das heißt in einem abnormen, kränklichen Zustande, und es fragt sich nun, ob die Amöbe in der Tat für den Erreger der Depression, also für einen Krankheitserreger gehalten werden soll? Um dies beantworten zu können, muß entschieden werden, inwieweit das Verhältnis der Amöbe zur *Hydra* den Schaudinn'schen Postulaten entspricht.

1. Zu allererst läßt sich konstatieren, daß an den in Depression befindlichen Hydren nicht immer auch Amöben anzutreffen sind. Ich sah Hydren wiederholt in Depression zugrunde gehen, ohne Amöben anzutreffen.

2. Da die Depression nicht durch Amöben verursacht zu sein scheint, kann sie auf physiologische Gründe oder auf die Tätigkeit von Bakterien zurückgeführt werden.

3. Eine engere Beziehung zwischen der Biologie der in Depression befindlichen Hydren und den Amöben konnte nicht festgestellt werden, da Amöben nicht nur die in Depression befindlichen Hydren, sondern auch solche befallen, welche ihre Lebensfunktion dem Anscheine nach trotz den Amöben ganz normal ausüben.

4. Ich machte den Versuch, Amöben auf nicht infizierte Hydren zu transplantieren, doch hatten die Experimente negativen Erfolg; wenn sie aber auch positiv ausgefallen wären, hätte dies keine große Beweiskraft, da die Feststellung dessen, daß eine *Hydra* uninfiziert ist, ziemlich schwierig ist, weil Amöben nicht nur auf der Körperoberfläche vorhanden sein können, sondern auch im Gastralraum. Setzte ich aber Hydren von einer anderen Lokalität zu den Infizierten, so wurden jene von den Amöben nicht angegriffen.

Wenn wir die eben angeführten Tatsachen alle in Betracht nehmen, können wir wohl mit Recht behaupten, daß die Depression nicht von den Amöben verursacht wurde, mithin ist unsere Amöbe kein krankheitserregender Parasit. Die Lebensweise unserer Amöbe ist eine andere als die der Krankheitserreger; die Zellen der Hydren werden von unserer Amöbe ebenso erbeutet, wie die in den Hydren lebenden Balantidien. Eine ähnliche Lebensweise führt *Amoeba Blochmanni*, welche die Zellen von *Haematococcus Bütschlii* vertilgt, und auch die Vampyrellen, welche Spirogyrazellen plündern.

Digitized by Google

Aber auch unter den parasitischen Amöben gibt es welche von ähnlicher Lebensweise. So lebt *Entamoeba histolytica*, welche auch die Zellen — Blutzellen und Zellbruchstücke — ihres Wirtes verschlingt. *E. histolytica* verursacht aber eine tatsächliche Erkrankung, während unsere Amöbe an bereits erkrankten Organismen lebt, da die Depression der *Hydra*, wie bereits erwähnt, auch ohne Amöben eintritt. Die Lebensweise unserer Amöbe steht inmitten zwischen Parasiten (Gewebeparasiten [*E. histolytica*] und Zellparasiten [*A. Blochmanni*]) und den Freilebenden und ist sozusagen im Begriff, vom freien Leben zum Parasitismus überzugehen. Diese Lebensweise solcher Organismen aber wie *Amoeba Blochmanni* erinnert, wie Doflein behauptet (6, p. 584), eher „an ein Raubtier als an einen Parasit". Danach führt unsere Amöbe eine räuberische Lebensweise, welche von der freilebenden nur darin abweichend ist, daß die Amöben, gleichsam in eine Nahrungskammer eingesperrt, nach Bedarf die Nahrung aus dem in großer Menge zur Verfügung stehenden Vorrat nehmen. Diese Lebensweise deutet aber darauf hin, daß *A. hydroxena* vielleicht nur gelegentlich an oder in den Hydren lebt. Daß dies tatsächlich der Fall sein konnte, wird durch die Beobachtung wahrscheinlich gemacht, daß die Amöbe im Gastralraum der Hydren nicht nur die Zellen verzehrt, sondern auch andere geeignete Nahrung zu sich nimmt, so die Balantidien.

Darauf, wie eventuell freilebende Amöben in den Gastralraum von *Hydra* gelangen können, wirft die von Wilson gemachte und von Frischholz mitgeteilte Angabe eine Aufklärung (10, p. 289), nach welcher die in Depression befindlichen Hydren sich in der Gefangenschaft am Grunde der Aquarien ansammeln — was auch ich öfters beobachten konnte — und hier Schlamm verschlingen. Daß im Gastralraum mit dem verschlungenem Schlamm alles mögliche, so auch Amöben gelangen können, ist wohl selbstverständlich, und daß verschlungene Amöben in diesem Raum für ihr Leben den günstigsten Ort haben, kann nicht bezweifelt werden, da die in Depression befindlichen Hydrazellen, wenn die Depression schon einen gewissen Grad erreicht hat, die aufgenommene Nahrung nicht mehr verdauen können; übrigens kann oder könnte gegen eventuelle Verdauungssäfte auch die Pellicula unsere Amöben bis zu einem gewissen Grad schützen.

Nachdem die *Amoeba hydroxena* aus morphologischen und biologischen Gründen für keine echte krankheitserregende Art angesehen

Digitized by Google

werden kann, muß um ihre Verwandtschaft auch unter den freilebenden umgesehen werden.

Penard (25) unterscheidet unter den freilebenden Amöben eine Gruppe, welche durch Vorhandensein einer Pellicula charakterisiert wird, diese bezeichnet er als „Amibe à Pellicule“. In dieser Gruppe werden folgende Arten aufgezählt:

Amoeba terricola Greeff (1866); lebt in der Erde
„ *papyracea* Penard (1905); „ „ „ „
„ *sphaeronucleolus* Greeff (1891); lebt in der Erde
„ *similis* Penard (1891); —?
„ *fibrillosa* Greeff (1891); lebt in der Erde
„ *alba* Greeff (1891); —?
„ *striata* Penard (1891); lebt im Moos
„ *vesiculata* Penard (1902); „ „ „

Diesen Amöben schließt sich nun auch unsere *A. hydroxena* an, welche, wie oben erwähnt, eine ziemlich dicke Pellicula hat.

Die von Penard aufgezählten Amöben leben fast alle in der Erde oder im nassen Moos, was vielleicht darauf deutet, daß unsere Amöbe oder ihre nächsten Verwandten als freilebende auch in der Erde oder im Schlamm zu suchen sind, wo ja auch andere wohlbekannte mehrkernige Amöben (z. B. *Polomyxa*) leben.

Von den morphologischen Charakteren der *A. hydroxena* ist jedenfalls die Kernstruktur die auffallendste und gewiß auch wichtigste Eigenschaft. Es fragt sich nun, ob man auf die nähere Verwandtschaft unserer Amöbe nicht nach diesem Charakter schließen kann? Um dies beantworten zu können, müssen wir einen Überblick über die Kernstruktur der Protisten und besonders der Amöben haben.

Wie allbekannt, können die Kerne der Protisten in bläschenförmige und kompakte eingeteilt werden. Amöben haben — wie die meisten Plasmodromen — bläschenförmige Kerne, unter diesen unterscheidet Hartmann in mehreren Arbeiten (17) verschiedene Typen, von welchen der Kern unserer Amöbe jenem Typus entspricht, welche einen monoenergiden Kern, einen Protocaryon, mit einem echten Caryosom haben.

Zwischen den echten Caryosomkernen sind nach Hartmann wieder mehrere Typen, von welchen der Kern der *A. hydroxena* mit dem Kern von *Entamoeba tetragena* und *E. testudinis* viel Ähnlichkeit hat, da auch diese eine wohlentwickelte Kernmembran und auch außer dem Caryosom Chromatin haben, doch unterscheiden sie sich in dem, daß das peripherische Chromatin bei *A. hydroxena* in Chro-

Digitized by Google

matinbänder vereinigt ist oder — bei der Teilung — in Chromosomen verteilt ist, bei *E. tetragena* aber das Chromatin in kleinen Tropfen dem Liningerüst eingelagert ist.

Von Chatton werden die Kerne der Amöben (4) nach ihrer feineren Struktur und ihrer Teilung in drei Gruppen geteilt, und zwar

1. in die Gruppe der *Limax*-artigen;
2. in die der Entamöben;
3. in die einheitliche Gruppe der freilebenden Amöben und Thecamöben.

Für die erste Gruppe ist es charakteristisch, daß im Innern der von einer Kernmembran umgebenen Kerne ein echtes Caryosom (im Sinne Hartmann's) vorhanden ist, welches hauptsächlich aus Plastin besteht, im Innern ein Centriol besitzt und in das Plastin nur wenig Chromatin eingelagert ist. Die von Linin durchdrungene Kernsaftzone enthält in den Waben einzelne Chromatinpartikelchen eingeschlossen. Ein nach diesem Typus gebauter Kern wird von Chatton — nach Hartmann und Nägler — als Protocaryon bezeichnet und seine Teilung als Protomitose benannt.

Zum zweiten Typus gehören solche Kerne, in welchen innerhalb der Kernmembran im Kernsaft eine Lininwabenstruktur vorhanden ist, an welcher sich wenig Chromatin anhäuft, das meiste Chromatin aber bildet das Kernkörperchen, das Centriol ist aus dem Kernkörperchen ausgewandert, wodurch dies kein Caryosom, sondern einen Nucleolus darstellt nach der Deutung Hartmann's, das Centriol ist also aus dem ehemaligen Caryosom ausgewandert und findet neben dem Nucleolus Platz. Einen solchen Kern haben nach Chatton die Entamöben und diesen Typus bezeichnet er als Mesocaryon, dessen Teilung aber als Mesomitose.[1])

Am dritten Typus kann man am Kern, welcher von einer Membran umgeben ist, ein Linin- und ein Chromatinnetz beobachten, sowie einen aus Plastin bestehenden Nucleolus, ein Centriol ist nicht aufzufinden, aber außerhalb der Kernmembran kann man im Plasma einen von Sphaere und Strahlung umgebenen Körper, ein Centrosom beobachten. Ein nach diesem Typus gebauter Kern ist ein Metacaryon, welches sich nach dem bei den Metazoen wohlbekannten Typus der Mitose, mit der Metamitose teilt. Nach diesem Typus teilt sich der Kern der Mastigellen (Rhizomastigia), von *Centropyxis aculeata* und *Euglypha alveolata*.

[1]) Nach Hartmann (Handbuch der pathologischen Protozoen usw.) haben Entamöben echte Caryosomkerne und teilen sich promitotisch.

Digitized by Google

Wenn wir den Kern unserer *A. hydroxena* mit den oben besprochenen Kerntypen vergleichen, so können wir konstatieren, daß obzwar eine gewisse Übereinstimmung des Kernbaues mit *Entamoeba tetragena* und *E. testudinis* nicht zu verleugnen ist — beide haben echte Caryosomkerne und auch außerhalb des Caryosoms ist im Kern Chromatin vorhanden, doch ist die Übereinstimmung mit der von CHATTON in den *Limax*-Typus eingeteilte *A. diplomitotica* noch viel größer. Die Übereinstimmung ist so groß, daß wir die Behauptung aufstellen können, daß unsere Amöbe in diese Gruppe einzureihen ist und daß ihr Kern den von CHATTON als Protocaryon bezeichneten Typus aufweist und im Kernbau am nächsten zu *A. diplomitotica* steht. —

Zum Schlusse möchte ich unsere Amöbe ganz kurz charakterisieren.

Amoeba hydroxena ist eine Amöbe, welche an der Körperoberfläche und im Gastralraum der *Hydra obigactis* räuberische Lebensweise führt; ihr Körper ist von anschaulicher Größe, mit einer Pellicula bedeckt und mehrkernig, mit großen, nach dem *Limax*-Typus gebauten Kernen (Protocaryon) mit 1, seltener 2 bis 4 Pulsellen, verschieden geformten Lobopodien, entweder nach dem Typus der *A. verrucosa* oder der *A. proteus*, oder aber von *A. limax.*

(Vorgelegt in der am 13. März 1911 gehaltenen Sitzung der Naturwissenschaftlich-Mathematischen Klasse der ungarischen Akademie der Wissenschaften zu Budapest. Ungarisch erschienen im Mathematicai és termèszettudományi Értesitö. Bd. 29 1911.)

Literaturverzeichnis.

1) BEAUREPAIRE-ARAGAO, H.: Über eine neue Amöbenart, Amoeba diplomitotica. Beitrag zum Studium der Kernteilung bei den Amöben. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Maniguinhos. 1909. Tome 1 p. 33—42, Taf. 2.

2) —: Untersuchungen über Polytomella agilis n. g., n. sp. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Maniguinhos. 1910. Tome 2 p. 42—56, Taf. 3.

3) BRAUER: Hydrozoa. In: BRAUER, Die Süßwasserfauna Deutschlands eine Exkursionsfauna. Jena (Fischer) 1909. Heft 19.

Digitized by Google

4) Chatton, E.: Essai sur la structure du noyau et la mitose chez les Amoebiens. Faits et théories. Arch. de Zool. Expér. et Generale Vol. 45 1910 p. 267—327, Fig. 13.

5) Doflein, F.: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. V. Amöbenstudien. Arch. f. Protistenk., Suppl. I, 1907 p. 250—293, Taf. 17—19 u. 17 Textfig.

6) —: Lehrbuch der Protozoenkunde. III. Aufl. Jena (Fischer) 1911.

7) Entz, G. sen.: Die elastischen und kontraktilen Elemente der Vorticellinen. Math. Nat. Ber. Ungarn Bd. 10 1892 p. 1—48, Taf. 1—3.

8) —: Über einige patagonische Protozoen. Math. Nat. Ber. Ungarn Bd. 21 1907 p. 84—112, Fig. 7.

9) Entz, G. jun.: Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909 p. 93—226, Taf. 8—21 und 2 Textfig.

10) Frishholz, E.: Zur Biologie von Hydra. Depressionserscheinungen und geschlechtliche Fortpflanzung. Biol. Centralbl. Bd. 29 1909 p. 182—192, 206—215, 239—255, 267—290.

11) Goldschmidt, R.: Lebensgeschichte der Mastigamöben Mastigella vitrea n. sp. und Mastigella setosa n. sp. Arch. f. Protistenk., Suppl. I, 1907 p. 83—168, Taf. 5—9, Textfig. 1—20.

12) Greeff, R.: Über einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 2 1866 p. 298—331, Taf. 17 u. 18.

13) Grosse-Allermann, W.: Studien über Amoeba terricola Greeff. Arch. f. Protistenk. Bd. 17 1909 p. 203—255, Taf. 11—13 und Textfig. A—M. (Inaug.-Diss.)

14) Gruber, A.: Studien über Amöben. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 41 1884 p. 186—225, Taf. 13—15.

15) —: Über Kernteilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38 1883 p. 372—391, Taf. 19.

16) Hartmann, M.: Über eine neue Darmamöbe, Entamoeba testudinis. Momorias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Mauiguinhos. 1910. Tome 2 p. 3—10, Taf. 1.

17) —: Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena (Fischer) 1911. p. 1—54, mit 13 Abbildungen im Text.

18) Janicki, C.: Über Kern und Kernteilung bei Entamoeba blattae Bütschli. Biol. Centralbl. 1909 Bd. 29 p. 381—393, 7 Textfig.

19) Jäger: Über das spontane Zerfallen der Süßwasserpolypen nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel. Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien d. math.-nat. Klasse Wien Bd. 39 1860 p. 321—340.

20) Khainsky, A.: Untersuchungen über Arcellen. Arch. f. Protistenk. Bd. 21 1910 p. 165—185, Taf. 14—15.

21) Leidy, J.: On Amoeba blattae. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1879 p. 204—205.

22) Mercier, L.: Contribution à l'étude de l'Amibe de la Blattae (Entamoeba blattae Bütschli). Arch. f. Protistenk. Bd. 20 1910 p. 143—176, Taf. 10—12 und 6 Textfig.

23) Nägler, K.: Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909 p. 1—52, Taf. 1—6.

24) Neresheimer, E.: Über vegetative Kernveränderungen bei Amoeba Dofleini. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905 p. 147—166, Taf. VII, Textfig. 1—13.

Digitized by Google

25) Penard, E.: Observations sur les Amibes à pellicule. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905 p. 175—206, Fig. 1—20.

26) Prandtl, H.: Die physiologische Degeneration der Amoeba proteus. Arch. f. Protistenk. Bd. 8 1907 p. 281—293, Taf. 11, Textfig. 2.

27) Schaudinn, F.: Über die Teilung von Amoeba binucleata. Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin Jahrg. 1895 p. 130—141, Fig. 1—9.

28) Schubotz, H.: Beiträge zur Kenntnis der Amoeba blattae (Bütschli) und Amoeba proteus (Pall.). Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905 p. 1—46, Taf. 1—2.

29) Schulze, F. E.: Rhizopodenstudien. V. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 11 1875 p. 583—596, Taf. 35—36.

30) Steche, O.: Der gegenwärtige Stand unseres Wissens vom Süßwasserpolypen (Hydra). Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie Bd. 1 1908 p. 463—480.

31) Stein, F.: Der Organismus der Infusionstiere. I. Abt. Leipzig 1859. p. 173—174, Taf. 10, Fig. 5—8.

32) Wasiliewski-Hirschfeld: Untersuchungen über Kulturamöben. Abhandl. der Heidelberger Akademie 1910.

33) Whitmore, E. R.: Parasitische und freilebende Amöben aus Manila und Saigon und ihre Beziehungen zur Dysenterie. Arch. f. Protistenk. Bd. 23 1911 p. 71—95, Taf. 3—4.

Tafelerklärung.

Tafel 2.

Vergrößerung: Fig. 1—6 und 10—12 Reichert Obj. 7 (Tubus 0), Leitz Zeichenocular; Fig. 7—8 Reichert Obj. 6 (Tubus 0), Leitz Zeichenocular; Fig. 9 Reichert Obj. 4b (Tubus 0), Leitz Zeichenocular; Fig. 1—6 und 10—12 sind nach lebenden, Fig. 7—9 sind nach konservierten, in 40proz. Formol fixierten Exemplaren entworfen. Sämtliche Zeichnungen beziehen sich auf *Amoeba hydroxena*.

Fig. 1. Kleine *Proteus*-ähnliche Form.

Fig. 2. *Limax*-ähnliche Form mit Zotten.

Fig. 3. An die Frucht von *Trapa natans* erinnernde Form.

Fig. 4. *Proteus*-ähnliche kleine Form.

Fig. 5. *Proteus*-ähnliche große Form. *a* = Pellicula; *b* = Ectoplasma; *c* = Glanzkörper; *d* = Nesselkapsel; *e* = Pigment aus *Hydra*; *f* = Pulselle; *g* = Entoplasma; *h* = Kern.

Fig. 7—8. *Verrucosa*-ähnliche Form.

Fig. 9. Eine von Amöben überfallene *Hydra*.

Fig. 10. *Verrucosa*-ähnliche Form, mit einem Kern und 6 Pulsellen.

Fig. 11. Ein sich eben geteiltes Exemplar.

Fig. 12. *Limax*-ähnliche Form mit zwei Kernen.

Tafel 3.

Vergrößerung: Zeiss Hom. Imm. Appert. 1,40. Tubus 160 mm. Leitz Zeichenocular. Die Tischhöhe war bei Fig. 13 14,5 cm, bei Fig. 7 4 cm, bei Fig. 12, 14—19 19,3 cm. Sämtliche Abbildungen beziehen sich auf Schnitte, welche mit Heiden-

Digitized by Google

hain's Eisenhämatoxylin gefärbt wurden. Über Detaile des Kernes gibt die Textfig. 2 Aufschluß.

Fig. 1. Oberflächenschnitt eines Kernes mit zusammenhängenden Chromatinbändern.

Fig. 2. Oberflächenschnitt eines Kernes; das Chromatin beginnt sich in Glieder zu zerlegen.

Fig. 3. Oberflächenschnitt eines Kernes; das Chromatin ist in Glieder zerlegt.

Fig. 4. Oberflächenschnitt eines Kernes mit vacuoligem und gegliedertem Chromatin.

Fig. 5. Oberflächenschnitt eines Kernes, dessen Chromatinbänder sich eben der Länge nach spalten.

Fig. 6. Oberflächenschnitt eines Kernes; das Chromatin ist im Chromosomen aufgeteilt.

Fig. 7. Schnitt eines Kernes nicht ganz in der Medianebene. Der Kern ist vom Plasma durch einen hyalinen Hof getrennt, innerhalb diesem ist die Kernmembran, dann folgen Lininwaben und das Chromatin. An diesem läßt sich gut unterscheiden, wie die von der Oberfläche Chromatinbänder zufolge ihrer Schichtung in der Medianebene in Stäbchen übergehen; nun folgen wieder Lininwaben, zu innerst das Caryosom mit Chromatin und Centriol.

Fig. 8. Kernschnitt nicht ganz aus der Medianebene. Das Chromatin erscheint als gegliederter und geschichteter Kranz; an einer Stelle ist am Kern ein zipfelartiger Fortsatz, welcher von Membran umschlossen ist und in welchem sich Chromosomen bemerken lassen; der Kern befindet sich offenbar im Stadium nach der Teilung.

Fig. 9. Schnitt eines Kernes, dessen Caryosom sich in Chromosomen aufgelöst hat. Das peripherische Chromatin ist ungünstig konserviert.

Fig. 10. Schnitt aus der Mitte des Kernes, in welchem sich sowohl das peripherische als auch das zentrale Chromatin auf Chromosomen teilte.

Fig. 11. Schnitt einer „spannenden" Amöbe, von der Oberfläche der *Hydra*. An der unteren Seite kann man eine von Pellicula begrenzte kanalartige Einbuchtung bemerken, diese ist beim „Spannen" dadurch entstanden, daß die beiden Enden der Amöbe ganz nahe zueinander gerückt wurden, als das Tierchen fixiert wurde. Unter der Pellicula sind runde Hohlräume der aufgelösten Eiweißkügelchen zu beobachten, ferner im Plasma Vacuolen und einige verschlungene Fremdkörper. Von den zwei Kernen ist der eine oberflächlich geschnitten (rechts oben), der andere ist in der Medianebene getroffen. Von außen werden die Kerne von einem hyalinen Hof (zufolge der Schrumpfung des Plasmas) umgeben, dann folgt Kernmembran, Lininwaben, das peripherische gegliederte und geschichtete Chromatin, das Caryosom, welches durch radiäre Lininfäden befestigt wird. Im Caryosom lassen sich peripherische Chromatinbrocken, in der Mitte ein Centriol bemerken.

Fig. 12. *Proteus*-ähnliche Form aus dem Gastralraum mit zwei Kernen. Im Plasma viele verschlungene Fremdkörper, hyaline Hohlräume — an Stelle der Eiweißkügelchen — an einem zurückgezogenen Pseudopodium sind Zotten zu bemerken.

Fig. 13. Stück einer Amöbe von der Oberfläche der *Hydra* mit Zottenbildung. Die Zotten scheinen die Pellicula zu durchbrechen; am oberen Ende ist die schiefe, reihenförmige Anordnung der Zotten zu beobachten. Das Plasma enthält einen Kern der *Hydra*, sowie andere Nahrungsreste.


Digitized by Google

Fig. 14. Schnitt einer Amöbe aus dem Gastralraum, welche eben begriffen ist, eine Entodermzelle der *Hydra* zu verschlingen. Anfangsstadium der Nahrungsaufnahme durch Invagination. Im Plasma ist ein Zellkern der *Hydra*, einige Vacuolen, mehrere verschlungene Fremdkörper, oben seitwärts eine Nesselkapsel zu bemerken.

Fig. 15. Eine im Gastralraum der *Hydra* „spannend“ kriechende Amöbe. Im Plasma eine kontraktile Vacuole, mehrere kleine Vacuolen und verschlungene Fremdkörper, darunter ein Zellkern der *Hydra*. Die Bogenlinie in der Mitte der Amöbe ist der Durchschnitt der Pellicula.

Fig. 16. Eine der Frucht von *Trapa natans* ähnliche Form aus dem Gastralraum mit einem Kern und mehreren Vacuolen an Stelle der Eiweißkügelchen.

Fig. 17. *Proteus*-ähnliche Form aus dem Gastralraum. Oberflächenschnitt. Im Plasma sind zwei Kerne und viele rundliche Vacuolen an der Stelle der gelösten Eiweißkügelchen, sowie dunkle rundliche Gebilde — Oberflächenschnitte von Nesselkapseln.

Fig. 18. *Verrucosa*-ähnliche Form mit kleinen sproßähnlichen Fortsätzen von der Oberfläche eines Armes der *Hydra*. Die Amöbe schmiegt sich mit glatter Seite an die Körperoberfläche des Wirtes. Das Plasma ist ganz vollgepfropft mit Nesselkapseln und Vacuolen, welche Nesselkapseln enthielten, auch die kleinen dunklen Schollen stammen von der *Hydra*. An der Pellicula läßt sich gut unterscheiden, daß sie sich an den Pseudopodien verdünnt und am übrigen Körper sich wieder verdickt.

Fig. 19. Schnitt einer *Proteus*-ähnlichen Form vom Gastralraum. Die Pellicula verdünnt sich an gewissen Stellen. Im Plasma sind Nesselkapseln, eine ist besonders gut zu beobachten in dem oberen Teil, darunter ein Zellkern von *Hydra*, noch weiter kontraktile Vacuolen. Im Plasma viele verschlungene Fremdkörper und Vacuolen.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Untersuchungen über die Rotatorienparasiten *Bertramia asperospora* Fritsch.

Von

St. Konsuloff,

Assistent am Zoologischen Institut der Universität Sofia.

(Hierzu Tafel 4 und 2 Textfiguren.)

Zu der Gattung *Bertramia* gehörende Parasiten in der Leibeshöhle von Rotatorien wurden bereits vor längerer Zeit von verschiedenen Forschern beobachtet. 1887 konstatierte dieselben Minchin in *Brachionus* sp., welche in der Umgebung von Heidelberg gesammelt wurden; seine Befunde veröffentlichte er aber erst 1903. Darauf wurden ähnliche Parasiten von Blochmann, Bertram, Zacharias, Bilfinger, Fritsch, Przecsmicki, Rousselet, Cohn und Voigt beobachtet. Diese Autoren sammelten das Material in verschiedenen Gegenden Europas und konstatierten die Parasiten in mehreren Species der Gattung *Brachionus* sowie bei anderen Gattungen. Trotz dieser Arbeiten blieb die Frage über den Entwicklungskreis und die cytologischen Eigenschaften dieser Parasiten sowie die Frage über die Identität derselben in verschiedenen Wirten offen.

Es waren nur einige Entwicklungsmomente, darunter auch die agamen Sporen bekannt; über das Schicksal dieser letzteren aber wußte man nichts. Außer diesen Formen, welche in einer dünnen Membran eingehüllt sind, erwähnen einige Forscher auch das Vorkommen anderer runder Parasiten, die in einer dicken Hülle eingewickelt sind.

Da ich ein sehr günstiges Material bei der Hand hatte, benutzte ich die Gelegenheit, einige Beobachtungen über den Entwicklungs-



kreis und die dabei sich findenden cytologischen Prozesse anzustellen. Die gewonnenen Resultate lasse ich hier folgen.

Material und Methoden.

Im Planktonmaterial, das ich in den Monaten Februar und März in der Umgebung von Sofia aus verschiedenen Tümpeln gesammelt habe, fand ich zahlreiche Exemplare des Rotators *Eosphora najas* EHRENBERG, welche stark mit Sporozoen infiziert waren. Die Infektionsstufe war verschieden vorgeschritten: bei einigen Proben war mehr als die Hälfte der Rotatorien von entwickelten Parasiten angesteckt, bei anderen Proben nur ein Drittel der Exemplare. In Wirklichkeit aber war die Infektion eine viel stärkere, da viele scheinbar ganz gesunde Tiere nach 1—2 tägigem Kultivieren Parasiten aufwiesen.

Ein Teil des Materials wurde zur Untersuchung in vivo benutzt und ein anderer Teil fixiert. Als Fixierungsflüssigkeiten wurden Sublimateisessig, Pikrinessigsäure, 70 proz. Alkohol und auch FLEMMING's, HERMANN's und SCHAUDINN's Lösungen benutzt. Die besten Resultate erzielte ich mit Pikrinessigsäure. Die Totalpräparate habe ich mit Boraxkarmin gefärbt, ein Teil dieser letzteren wurde dann in Schnitte zerlegt und mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN nachgefärbt.

Beobachtungen am Leben.

Lagerung der Parasiten. Bei *Eosphora najas* habe ich die Parasiten, welche in der Literatur unter dem Namen *Bertramia asperospora* FRITSCH bekannt sind, meistens im hinteren Teil der Leibeshöhle dorsalwärts gefunden. Die jüngsten Stadien sind gewöhnlich in der Nähe vom Schwanz zu finden, nur bei starker Infektion kommen dieselben in der Nähe der Kopfgegend, wie auch im unteren Teil der Leibeshöhle vor.

Alle Parasiten sind passiv beweglich, und zwar infolge der Flüssigkeitsbewegung in der Leibeshöhle; sie können sich von einem Ende der Leibeshöhle bis zum anderen verschieben. Am beweglichsten sind die jüngsten Parasiten.

Form der Parasiten. Ich habe hauptsächlich zwei Gruppen von Formen beobachtet. 1. Längliche mit einem kreisförmigen Querschnitt; dieselben sind manchmal schwach verästelt und stets von einer dünnen Membran umgeben. Dies sind die Agamonten. 2. Sphärische Formen, welche anfangs von einer dünnen Membran

Digitized by Google

umgeben sind und allmählich eine dicke Doppelhülle bekommen. Diese Formen sind aller Wahrscheinlichkeit nach Gametocysten.

Agamonten. Die hierher gehörenden jüngsten Entwicklungsstadien sind kleine helle, schwach elliptische oder unregelmäßige Körperchen, die mit einer dünnen Membran umhüllt sind (Textfig. 1a, b). Das Protoplasma ist hell und enthält kleine glänzende Körperchen.

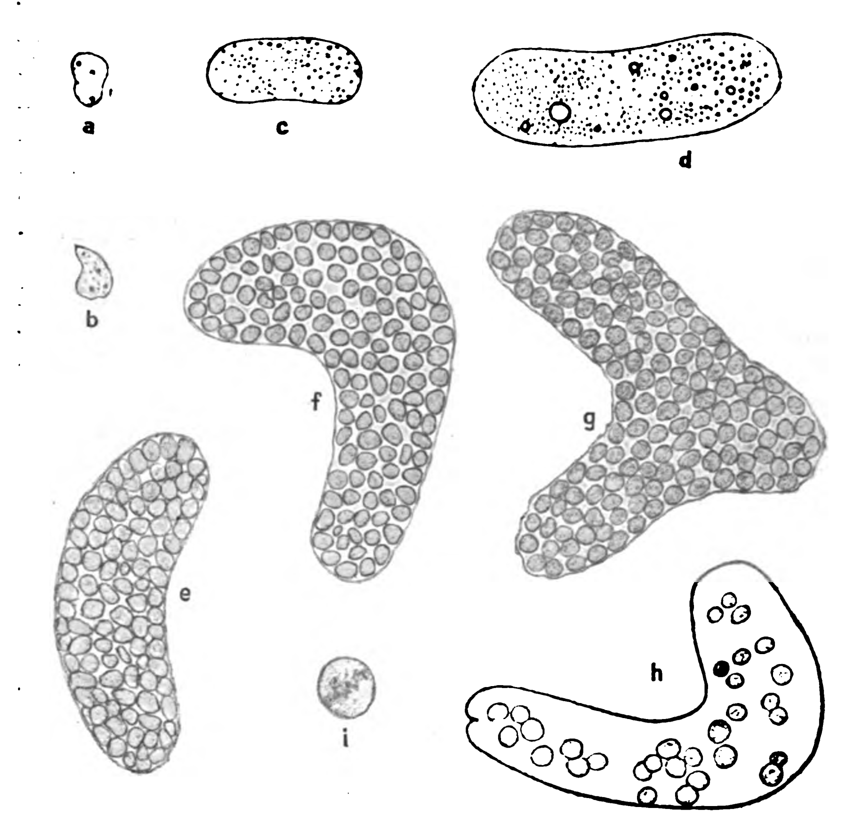


Fig. 1. Die Ausbildung der Sporen von *Bertramia asperospora* Fritsch im Körper von *Eosphora najas* Ehrbg. a—d junge Agamonten; e—g verschiedene Formen von Agamonten mit ausgebildeten Sporen; h geplatzter Agamont; i eine Spore.

Beim weiteren Wachstum nehmen die Parasiten allmählich eine schwach elliptische Form an. Dabei verändert sich ihr ganzes Aussehen auch infolge des Dunkelwerdens des Protoplasmas und der Vermehrung und Vergrößerung der glänzenden Körperchen. In diesem Stadium erreichen die Parasiten eine Größe von 25—30 μ (Textfig. 1c). Mit der Zeit aber wird der Körper immer länger,

Digitized by Google

die glänzenden Körperchen werden größer und zahlreicher und der Parasit erreicht die Größe von 70—90 μ, zuweilen auch mehr. Dies ist die Grenzgröße. Von diesem Stadium an merkt man, daß sich im Innern des Körpers allmählich kleine Sporen ausbilden, die ihn schließlich ganz ausfüllen, ohne daß dabei irgendein Restkörper übrig bleibt (Textfig. 1 e). Die Anzahl der Sporen, welche in einem Parasiten gebildet werden, ist nicht konstant; dies hängt von der Größe der betreffenden Parasiten ab. Gewöhnlich schwankt diese Zahl zwischen 80 und 150.

Nach der Reifung der Sporen platzt die den Parasiten umgebende Hülle und die Sporen werden frei. Dabei ist zu bemerken, daß die Sporen unter einem gewissen Druck, welcher von der gespannten Parasitenhülle ausgeübt wird, nach außen geschleudert werden. Daraufhin zieht sich die Hülle zusammen und man sieht in derselben nur einige zurückgebliebene Sporen (Textfig. 1 h).

Die freigewordenen Sporen sind fast sphärisch und nur an einem Ende schwach ausgebuchtet (Textfig. 1 i). Ihr Inhalt ist hell, man bemerkt nur hier und da einige glänzende Körperchen. Auf der Oberfläche der Sporen sind keine motorischen Organellen zu bemerken. Die Sporen sind unbeweglich: in Uhrgläschen gebracht bewahren sie auch nach 24 Stunden ihre Lage. Daraus folgt, daß sie nur zu passiven Bewegungen infolge der Wasserströmungen fähig sind.

Die bis jetzt beschriebene Entwicklung von den jüngsten Agamonten bis zum Freiwerden der Sporen nimmt drei Tage in Anspruch. Von dem Sichtbarwerden der Sporen an bis zu ihrem Hinauswerfen vergehen ca. 12 Stunden.

Alle Stadien dieser Reihe, ausgenommen das Stadium mit schon entwickelten Sporen, können nur in der Leibeshöhle von *Eosphora najas* leben. Stirbt der Wirt ab, bevor die Parasiten dieses letztere Stadium erreicht haben, so gehen die Parasiten zugrunde, während die Stadien mit ausgebildeten, wenn auch noch nicht ganz reifen Sporen ihre Entwicklung auch nach dem Tode des Wirtes fortsetzen können. Daraus folgt, daß alle Stadien bis zum Formieren der Sporen die Säfte des Wirtes zu ihrer Nahrung benötigen.

Das Platzen der Hülle und das Freiwerden der Sporen findet gewöhnlich nach dem Tode des Wirtes statt, wenn die Parasiten bereits außerhalb des Körpers liegen. Ich konnte jedoch auch Fälle beobachten, wo das Platzen der Parasitenhüllen und die Entleerung der Sporen in der Leibeshöhle des Tieres vor sich ging, ohne daß das Tier dabei starb.

Digitized by Google

Das weitere Schicksal der Sporen. Um diese Frage zu klären, habe ich folgende Versuche angestellt. In eine Kultur von nicht infizierten *Eosphora najas* wurden die Sporen von einem normal gereiften und geplatzten Parasiten hineingegeben. Noch am folgenden Tage wurden in der Leibeshöhle aller Rotatorien eigentümliche kleine Körperchen bemerkt, die von den jungen Agamonten sich unterschieden. Der Kontrollversuch mit Rotatorien, in deren Kulturschälchen keine Sporen hineingetan wurden, zeigte keine Infektion. Die Tiere von demselben blieben auch in den darauffolgenden Tagen infektionsfrei, während die in der Leibeshöhle der künstlich infizierten Exemplare erschienenen Parasiten ihre Entwickelung weiter fortsetzten. Dieselben Versuche wurden an mehreren Exemplaren angestellt, stets mit den nötigen Kontrollen. Der Gang dieser Versuche wird aus dem folgenden Beispiel klar. Am 11. März morgens wurde eine künstliche Infektion vorgenommen. Am 12. März morgens wurden im hinteren Teil der Leibeshöhle Parasiten in Form von kleinen Sphäroiden beobachtet. Am 13. März waren die Parasiten etwas erwachsen, wobei dieselben stets mit einer dünnen Membran bedeckt blieben. Am 14. März war ihre Größe noch bedeutender und bei einigen Parasiten wurde eine Verdickung der Hülle wahrgenommen. Am 15. März stellten sämtliche Parasiten Cysten mit Doppelhüllen dar und am 16. März begannen die Tiere zu sterben, wahrscheinlich wegen der starken Infektion. Die Kontrollversuche ergaben keine Infektion.

Unzweifelhaft drangen die Sporen in den Körper der Rotatorien durch den Mund hinein. Wie wir gesehen haben, wiesen nach dem Verlauf von 24 Stunden die in reinem Wasser zurückgelassenen Sporen keine Bewegung auf; jedoch während derselben Zeit entwickelten sie Parasiten in der Leibeshöhle des Wirtes. Folglich gelangten sie in den Körper der Rotatorien passiv bei der Nahrungsaufnahme. Dank ihrer unbedeutenden Größe konnten sie den Kauapparat unbeschädigt passieren.

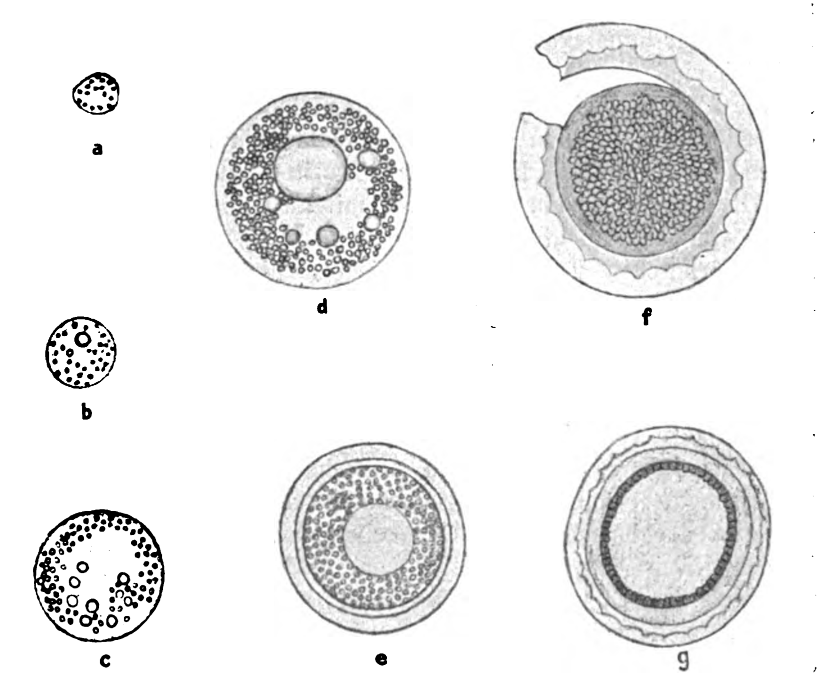
Diese Versuche ergeben, daß die in den Agamonten gebildeten Sporen bei ihrer Entwickelung keine Agamonten ergeben, sondern den Ursprung echter runder Cysten geben. Bei dieser Entwickelung können wir die folgenden Stadien unterscheiden.

Die jüngsten Formen stellen kleine runde Körperchen mit ganz dünner Hülle und mit hellem Inhalt dar (Textfig. 2a), in welchen einige kleine Tröpfchen bemerkt werden. Die Größe dieser Parasiten beträgt 6 μ. Darauf vergrößern sich diese Parasiten unter Beibehaltung ihrer sphärischen Form, während die hellen Tröpfchen

Digitized by Google

zahlreicher und größer werden. Auf diese Weise erreichen die Parasiten die Größe von 12 μ (Textfig. 2 b). Beim fortschreitenden Wachstum der Parasiten ist eine Verdickung der Hülle zu bemerken (c), die hellen Körperchen werden zahlreicher und im Plasma wird eine große Vacuole gebildet (Fig. 2 d). Die Parasiten besitzen jetzt einen Durchmesser von 40 μ, was gewöhnlich die Grenzgröße ihres Wachstums ist. Nur wenige Cysten entwickeln sich über diese Grenze hinaus, während die Mehrzahl unter 40 μ bleibt.

Bei der weiteren Entwickelung beginnt die Bildung von abgegrenzten kleinen Körperchen, die den Raum zwischen der Vacuole und der Hülle ausfüllen. Die vorerst vorhandenen hellen Tröpfchen



Textfig. 2. Die Entwicklung der Cysten von *Bertramia asperospora* Fritsch im Körper von *Eosphora najas* Ehrbg. a—d verschiedene Stadien mit einer dünnen Hülle; e eine Cyste mit einer doppelten Hülle; f eine Cyste mit geplatzter Hülle; g optischer Schnitt von einer Cyste mit ausgebildeter Vacuole.

(wahrscheinlich Fetttröpfchen) sind nicht mehr zu sehen. Mit der Zeit wird die Umhüllung noch dicker, wobei eine Differenzierung in zwei Schichten stattfindet (e): eine äußere, dickere und hellere Schicht und eine innere, die dünner und kompakter erscheint. Mit dem Reifwerden der im Parasiten gebildeten Elemente (die „Körper-

Digitized by Google

chen") nehmen die letzteren eine peripherische Anordnung an, während das ganze Innere eine große Vakuole darstellt (Textfig. 2g). Die hier beschriebene Struktur haben alle reife Cysten, unabhängig von ihrer Größe.

Die Natur der Cysten. Die oben beschriebene Entwicklung wird während 5—6 Tagen, von der Infektion der Rotatorien mit Sporen an gerechnet, vollendet. Jedoch platzen im Gegensatz zu den Agamonten die Cysten nicht bald, sondern es wird eine längere Ruheperiode eingeschoben. Um die Natur der Elemente in den Cysten festzustellen, führte ich mit denselben genau dieselben Versuche aus, wie mit den Agamonten. Es wurden unversehrte, sowie künstlich geplatzte Cysten in eine mit nicht infizierten *Eosphora najas*-Kultur hineingegeben. Es kam aber zu keiner Infektion. Folglich sind diese Elemente keine Sporen und mir scheint, gestützt auf die Analogie bei anderen ähnlichen Fällen, daß sie echte Gameten darstellen. Trotz allen Bemühungen ist es mir aber unmöglich gewesen, ein spontanes Platzen der Parasiten zu beobachten. Beim künstlichen Zerdrücken von Cysten mit ausgebildeten Gameten (ich werde von jetzt an diese Elemente so nennen) traten kleine bewegliche Körperchen heraus, welche jedoch nicht copulierten. Eine Anzahl von Cysten wurden in einem Uhrschälchen beim öfteren Wasserwechsel $2^1/_2$ Monate lang gehalten. Die Cysten platzten spontan nicht, trotzdem sie auch ihr normales Aussehen beibehielten und keine Merkmale der Degeneration aufwiesen. Als sie nach dem Verlaufe von dieser Zeitperiode künstlich zum Platzen gebracht wurden, traten genau dieselben zahlreichen Gameten heraus, ohne wiederum zu copulieren. Die Gameten stellen ganz kleine runde Körperchen ohne motorische Organellen dar. Wahrscheinlich findet in der Natur das normale Platzen nach einer längeren Ruheperiode statt.

Das Reifwerden der Cysten erfolgt stets außer dem Körper der inzwischen gestorbenen Wirtstiere, da die Lebensdauer der Rotatorien nicht genügt, damit die Cysten reif werden. Stirbt der Wirt, bevor die Cysten eine doppelte Hülle erhalten haben, ab, so gehen auch diese ein. Folglich findet die Entwicklung der Gameten auf Rechnung derjenigen Stoffe statt, welche in den Cysten vor der Verdickung der Hülle sich aufgespeichert haben.

Effekt der Parasiten auf den Wirt. Da der Weg für die Infektion der Rotatorien der Mund ist, kann die Infektion mehrmals stattfinden. Und wirklich finden sich oft bei einem und demselben Tier sehr verschiedene Parasiten: junge Agamonten,

Digitized by Google

eine ganze Reihe von Stadien der Agamogonie, Agamonten mit ausgebildeten Sporen, wie auch verschiedene Entwickelungsstadien von Gamonten. Wenn die Parasiten nicht zahlreich und noch jung sind, leidet der Wirt, wie es scheint, durch ihre Anwesenheit nicht. Wenn aber die Parasiten zahlreich sind, so ist das Tier schwer beweglich und stirbt bald ab. Noch 1—2 Tage nach seinem Tode bleiben die Parasiten in seinem Innern; sie verlassen das Tier nach seinem Verfaulen, und zwar nur die Stadien mit schon ausgebildeten Sporen oder die fertigen Cysten. Alle andere Stadien sterben ab.

Die Beziehung zwischen den in *Eosphora najas* beobachteten Sporozoen und anderen ähnlichen Parasiten, die in verschiedenen Wirten beobachtet wurden. Mit Sicherheit kann man behaupten, daß die von Caullery und Mesnil unter den Namen *Bertramia asperospora* Fritsch beschriebenen Parasiten keine streng abgesonderte Art darstellen, sondern es sind unter diesem Namen verschiedene Parasitenspecies zusammengefaßt worden, welche noch nicht erforscht sind. Bis jetzt wurden solche Parasiten bei folgenden Rotatorien beobachtet: *Brachionus amphiceros* Ehrbg., *Br. pala* Ehrbg., *Br. urceolaris* Ehrbg., *Br. angularis* Gosse, *Br. sp.*, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Aspl. sp.*, *Conochilus volvox* Ehrbg., *Synchaeta tremula* Ehrbg., *Synch. pectinata* Ehrbg., *Synch. stylata* Ehrbg., *Synch. oblonga* Ehrbg., *Hydatina senta* Ehrbg., *Philodina sp.*, *Rotifer vulgaris* Ehrbg., *Polyarthra platyptera* Ehrbg., *Schizocerca diversicornis* Daday. Dieses Verzeichnis muß man noch durch die folgenden Species: *Eosphora najas* Ehrbg., *Diglena catellina* Ehrbg., *Callidina parasitica* Gigl. und *Colurus sp.* ergänzen, bei welchen ich *Bertramia*-Parasiten festgestellt habe. Bis jetzt sind noch keine vergleichende Studien über die Parasiten bei verschiedenen Wirten angestellt worden. Um die Beziehung zwischen den von mir in *Eosphora najas* beobachteten Parasiten zu den anderen festzustellen, stellte ich die folgenden Versuche an. *Brachionus urceolaris*, *Hydatina senta* und *Rotifer vulgaris* wurden mehrmals in einzelnen Kulturen mit Sporen von *Eosphora najas*-Agamonten infiziert. Es wurde keine Infektion beobachtet, obgleich dieselben Sporen in der Leibeshöhle von *Eosphora najas* nach 24 Stunden junge Gamonten ergaben. Folglich war der von mir beobachtete Parasit verschieden von denen, welche andere Forscher bei *Brachionus urceolaris*, *Hydatina senta* und *Rotifer vulgaris* gefunden haben. Andererseits konnte ich im Körper von *Diglena catellina* Parasiten beobachten, deren Gamonten von denjenigen in *Eosphora najas* sich vom ersten Blick an unterschieden; sie hatten keine sphärische, sondern eine citronen-

Digitized by Google

ähnliche Form. Es ist deshalb notwendig, eine vergleichende Untersuchung der Parasiten, die in verschiedenen Rotatorien beobachtet wurden, anzustellen, und erst dann kann man genau die Anzahl der hier in Frage kommenden Arten ermitteln.

Beobachtungen am fixierten Material.

Gamonten und Gamogonie. Die in den Körper von *Eosphora najas* eingedrungenen Sporen (Agameten) stellen kleine sphärische Körperchen mit einer nicht allzugroßen Vacuole und mit einem exzentrischen, schwach elliptischen Kern dar, in dessen Zentrum ein abgerundetes Caryosom liegt (Taf. 4, Fig. 1). Überhaupt ist das Aussehen dieser jungen Gamonten dem Aussehen derjenigen Sporen ähnlich, aus welchen die ersteren sich ausgebildet haben. Ihr Protoplasma besitzt eine feinwabige Struktur. Die Vacuole ist noch verhältnismäßig klein und die Umrisse des Kernes und des Caryosoms sind regelmäßig. Die Größe des Kernes beträgt 4 μ.

Mit dem fortschreitenden Wachstum des Gamonten nimmt der Kern schwach an Größe zu, während die Vacuole stark wächst (Fig. 2). Von einem gewissen Moment an werden auch im Kern Veränderungen beobachtet: es kommt zu einer Verteilung des Chromatins auch auf dem Linninnetz (Fig. 3). Noch später ist an der Kernoberfläche ein helles Bläschen zu bemerken, welches ein zweiter Kern, gebildet aus dem ersteren, darstellt. Dieser zweite Kern trennt sich vom ersteren ab (Fig. 4, 5, 6). Darauf nimmt der erste Kern sein ursprüngliches Aussehen an, d. h. seine Umrisse und diejenigen des Caryosoms werden wieder regelmäßig. Das Caryosom des zweiten Kernes wird auch abgerundet und der ganze Kern rückt vom ersteren ab (Fig. 7). Allmählich wächst dann der neu gebildete Kern bis zu der Größe des Mutterkernes heran. In diesem Momente hat der Parasit zwei gleich große Kerne, welche einander berühren oder schwach voneinander entfernt sind (Fig. 9, 10).

In diesem Stadium verbleiben die Kerne nicht lange Zeit. Die Umrisse der Caryosome werden verschwommen, der Kernraum wird von Chromatinteilchen gefüllt und im ganzen Körper des Parasiten werden Chromidienketten sichtbar (Fig. 11). Gleichzeitig verändert das Protoplasma sein Aussehen und wird schwach körnig. In etwas vorgeschrittenen Stadien sieht man die Chromidien in Form von großen Teilchen überall im Protoplasma verteilt; in diesem Momente sind die Kernumrisse nur undeutlich zu sehen, während die Caryo-

Digitized by Google

some angeschwollen und unregelmäßig konturiert sind. Nach Verlauf dieser Prozesse findet man das ganze Protoplasma von einem deutlichen Chromidiennetz durchzogen, während die Kerne als schwach färbbare, einander berührende Flecken erscheinen (Fig. 13). Diesem Stadium schließt sich eine Kernvermehrung an. Den Anfang dieses Prozesses konnte ich nicht feststellen; ich konnte aber schon ausgebildete Kerne im Moment der Teilung beobachten (Fig. 14, 15). Auf diese Art werden zahlreiche Kerne gebildet, die Gametenkerne darstellen.

Agamonten und Agamogonie. Die jüngsten Agamonten stellen kleine helle Körperchen mit einem etwas exzentrisch gelegenen Kern und mit einem Caryosom dar (Fig. 16); das Protoplasma besitzt eine Wabenstruktur. Mit der Größenzunahme des Agamonten nimmt auch die Kernzahl zu. Bei Agamonten, welche 7 μ betragen, finden wir bereits zwei Kerne (Fig. 17), die größer als der ursprüngliche Kern des jüngsten Agamonten sind. Interessant ist es, daß ich auch Stadien mit drei Kernen beobachtet habe. Das in der Fig. 18 wiedergegebene Stadium besitzt drei ungleich große Kerne, von welchen zwei gleich groß und kleiner als der dritte sind. Der letztere hatte eine Größe von 3,2 μ, während die kleineren 2,4 μ betrugen.

Es scheint, daß die weitere Zunahme der Kerne keiner strengen Regel folgt. Agamonten mit 4 und 5 Kernen habe ich nicht konstatieren können. Es werden Agamonten mit 6—8 Kernen, dann mit 12—20, mit 30—35 und mit 80—150 Kernen getroffen. Die Kerne sind nicht gleich groß bei den verschiedenen Agamonten; vielmehr sind sie kleiner bei Agamonten, welche mehr als 30 Kerne haben und größer, wenn diese Anzahl unter 30 ist. Wenn die Anzahl der Kerne mehr als 30 beträgt, so hat jeder Kern eine Größe von 2 μ, sonst erreichen dieselben bis 3,2 μ. Um jeden dieser Kerne sondert sich mit der Zeit eine Plasmaschicht ab und es werden auf diese Weise die Sporen (Agameten) gebildet (Fig. 20). Der Agametenkern nimmt dann eine exzentrische Lage an und es wird in der dickeren Plasmapartie eine Vacuole sichtbar. Eine solche zeigt auch der junge Agamont. Anfangs klein und einfach, wächst sie zugleich mit diesem und verästelt sich, so daß in einem Agamontenschnitt die Vacuole an mehreren Stellen getroffen wird (Fig. 21). Mit dem Herannahen des Stadiums der Sporenbildung nimmt dann die Vacuole allmählich ab, bis sie schließlich ganz verschwindet.

Kernvermehrung bei der Agamogonie. Neben Agamonten mit einem Kern und mit einem regelmäßig konturierten Caryosom

Digitized by Google

sah ich auch Stadien mit einem Kern im Moment der Chromidienausscheidung. Bei denselben ist das Caryosom unregelmäßig und im Protoplasma sind einige Chromidien zu beobachten. Etwas später verliert der Kern sein ursprüngliches Aussehen und im Protoplasma wird eine ganze Masse von Chromatin bemerkt (Fig. 22).

Ähnliche Prozesse von Chromidienausscheidung konnte ich auch bei Parasiten mit mehreren Kernen konstatieren. Zuerst werden die Kerne etwas verlängert und deren Caryosome unregelmäßig. Das Protoplasma selbst nimmt eine Alveolarstruktur an und wird nachher dicht mit Chromidien ausgefüllt (Fig. 23 u. 24), welche zuweilen eine diffuse Verteilung durch den ganzen Körper des Parasiten zeigen (Fig. 25).

Es scheint, daß dieser Prozeß der Chromidienausscheidung denjenigen der Kernvermehrung begleitet und infolgedessen kommt derselbe mehrmals zustande. Es fehlen mir aber deutliche Stadien, um mit Sicherheit die Prozesse der Kernvermehrung bei der Agamogonie festzustellen.

Zusammenfassung.

Die Sporozoen der Rotatorienart *Esphora najas* Ehrenberg, entwickeln sich in der Leibeshöhle des Wirtes; der ganze Entwicklungskreis spielt sich im Körper von zwei Individuen derselben Art ab. Im ersten Individuum werden die Agamonten in Form von kleinen, unregelmäßigen Körperchen entwickelt, die nach vollendetem Wachstum Sporen (Agameten) den Ursprung geben: Agamogonie. Die letzten verlassen die Umhüllung des Parasiten gewöhnlich nach dem Tode des Wirtes. Sie zeigen keine Bewegungen und gelangen passiv in den Körper eines anderen Rotators derselben Art. Hier bilden sie sich in kleine, runde Körperchen — Gamonten — um, welche bald darauf nach vollzogenem Wachstum Cysten mit einer dicken Doppelhülle bilden, in deren Innern sehr kleine Elemente, wahrscheinlich Gameten, entstehen. Die Cysten machen eine Ruheperiode durch: nach $2^1/_2$ Monaten habe ich sie noch unversehrt gefunden. Da die Infektion ununterbrochen stattfinden kann, finden sich öfters im Körper eines Tieres verschiedene Entwicklungsstadien: von der Agamogonie anfangend bis zum Stadium der Gamogonie vor.

Die Parasiten in *Eosphora najas* sind verschieden von denjenigen, welche in anderen Rotatorienarten konstatiert wurden. *Bertramia*

Digitized by Google

asperospora FRITSCH stellt keine einzige Art dar, sondern es sind unter diesem Namen mehrere Arten beschrieben worden.

Die Gamonten sind anfangs sphärische Körperchen mit einem exzentrisch gelegenen Kern und mit einer Vacuole. Mit dem fortschreitenden Wachstum bildet sich neben dem ersteren Kern auch ein zweiter, welcher zuerst als ein Bläschen auf der Oberfläche des ersteren gebildet wird. Der neugebildete Kern wächst, bis er die Größe des ersteren erreicht hat, und dann beginnen die beiden zusammen Chromidien auszuscheiden. Die Kernvermehrung wird von einem gewissen Momente ab durch direkte Teilung vollendet.

Die Agamonten haben anfangs auch einen Kern und ihr Wachstum wird durch eine Kernvermehrung begleitet. Schließlich werden Sporen (Agameten) mit einem exzentrisch gelegenen Kern und einer kleinen Vacuole gebildet.

Die Kernvermehrung bei der Agamogonie wird von einer mehrmaligen Chromidienausscheidung begleitet.

Literaturverzeichnis.

CAULLERY, M. et MESNIL, F.: Recherches sur le Haplosporidies. Arch. de Zool. expér. et gen. 4e Serie Tome 4 p. 101—181, pl. 11—13.

COHN, L.: Protozoen als Parasiten in Rotatorien. Zool. Anz. T. 25 p. 497—502.

MINCHIN, E. A.: The Protozoa. Class Sporozoa. (A Treatise on Zool., by E. RAY LANKESTER Part 1 fasc. 2 p. 309.)

VOIGT, M.: Die Rotatorien und Gastrotrichen der Umgebung von Plön. Forsch.-Ber. a. d. Biol. Station zu Plön Teil 11, 1904.

ZACHARIAS, O.: Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. Ibid. Teil 6, II, 1898.

—: Über die Infektion von Synchaeta pectinata EHRBG. mit den parasitischen Schläuchen von Ascosporidium Blochmanni. Ibid. Teil 10, 1903.

—: Zum Kapitel der „wurstförmigen Parasiten“ bei Rädertieren. Zool. Anz. T. XXV p. 647.

Digitized by Google

Tafelerklärung.

Tafel 4.

Fig. 1 u. 2. Junge Gamonten.

Fig. 3. Ein Gamont vor der Bildung des zweiten Kernes.

Fig. 4. Die Bildung des zweiten Kernes auf der Oberfläche des ersteren.

Fig. 5 u. 6. Zwei nacheinander folgende Schnitte von einem Gamont, sofort nach der Ausbildung des zweiten Kernes.

Fig. 7 u. 8. Momente vom Wachstum des zweiten Kernes.

Fig. 9 u. 10. Zwei verschieden große Gamonten mit zwei gleich großen Kernen.

Fig. 11 u. 12. Gamonten bei dem Prozesse der Chromidienausscheidung.

Fig. 13. Gamont nach der Vollendung des Prozesses der Chromidienausscheidung.

Fig. 14 u. 15. Kernteilung der Gamonten.

Fig. 16. Junger Agamont mit einem Kern.

Fig. 17. Ein Agamont mit zwei Kernen.

Fig. 18. Ein Agamont mit drei Kernen.

Fig. 19. Ein Agamont mit mehreren Kernen.

Fig. 20. Ein Agamont mit ausgebildeten Sporen.

Fig. 21. Ein Agamont mit verästelter Vacuole.

Fig. 22—27. Verschiedene Stadien von Chromidienausscheidung.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Besprechungen.

Fiebiger, J. Die tierischen Parasiten der Haus- und Nutztiere. Ein Lehr- und Handbuch mit Bestimmungstabellen. W. Braumüller, Wien und Leipzig, 1912.

FIEBIGER unterzog sich einer Anregung von CSOKOR, dessen Andenken das Buch gewidmet ist, folgend, der dankenswerten Aufgabe, ein Lehrbuch der Parasitologie besonders für Veterinärmediziner zu schreiben.

In übersichtlicher und anregender Weise bespricht der Autor, der Professor an der tierärztlichen Hochschule in Wien ist, zunächst im allgemeinen die Eigentümlichkeiten und die Lebensweise der tierischen Parasiten.

Aus dem Kapitel über vegetative Funktionen der Parasiten sei besonders die Anschauung des Autors, daß die Entzündung, der die befallenen Organe der Wirtstiere unterliegen, dadurch dem Parasiten auch Vorteile bringt, indem sie ihm verflüssigte Nahrung liefert, hier hervorgehoben (vgl. Sporozoen). Auch sei auf die chemische Zusammensetzung der von FIEBIGER beschriebenen *Eimeria gadi*, die PANZER einer Analyse unterworfen hatte, die Aufmerksamkeit des Protozoenforschers gelenkt. Für Studierende der Veterinärmedizin scheint besonders das Kapitel VI von Wichtigkeit zu sein, während den Pathologen die Angaben im Kapitel VII über die Rolle der Parasiten bei der Entstehung von Geschwülsten interessieren werden. FIEBIGER hat beobachtet, daß Räudemilben eine Wucherung des Gewebes veranlassen können: „Bei einem Versuche, Gemsenräude auf Ziegen zu übertragen, wurden milbenhaltige Hautstücke auf eine Ziege am Scheitel aufgebunden. Man konnte nach einiger Zeit die Bildung papillomatöser Wucherungen beobachten, welche mit Warzen eine gewisse Aehnlichkeit hatten. Die durch ein exstirpiertes Stückchen angefertigten Schnitte zeigten die Papillen als lange Pallisaden."

Im speziellen Teil wird die Natur des Protoplasmas — der Autor ist Anhänger der Bütschli'schen Schaumstrukturlehre —, der Bau des Kernes und die Fortpflanzung der Protozoen besprochen; bezüglich des letzteren Kapitels wäre es vielleicht angezeigt gewesen, die Ausführungen durch schematische Zeichnungen zu unterstützen.


Digitized by Google

Bei der systematischen Einteilung wird das System von DOFLEIN und dann das von HARTMANN angeführt, während das erstere bei der folgenden Darstellung benutzt wurde.

Im besonderen werden berücksichtigt: die *Cercomonaden*, *Trypanosomen* — die neueren Untersuchungen von KLEINE und TANTE sind noch nicht in den Kreis der Ausführungen mit einbezogen worden, — *Bodoniden*, *Trypanoplasmen*, *Costia*, *Trichomonaden*, *Lamblia* (Abbildung ebenso wie bei Trichomonas veraltet).

Im Anhang bespricht der Autor die Spirochäten (vgl. die noch nicht berücksichtigten Ausführungen von GROSS, ZÜLZER und DOBELL).

Aus dem Kapitel über *Coccidien* soll hier besonders die Notiz und Abbildung über *Eimeria gadi* hervorgehoben werden. Dagegen gehört der Schrotausschlag der Schweine, bei dem es sich um ein Atherom handelt, wohl nicht hierher. Den Coccidien angereiht ist *Proteosoma*, *Plasmodium*, *Haemoproteus noctuae*, wobei im Sinne von ANSCHÜTZ und MAYER *Halteridium* und *Haemoproteus* von einander noch nicht unterschieden werden. Das Kapitel über Babesien ist vielleicht zu bestimmt gehalten, als man bei einer Darstellung dieser äußerst schwierigen Materie es nach dem heutigen Stande der Wissenschaft tun dürfte; Fig. 29 ist veraltet. Uebersichtlich sind die Kapitel über Myxosporidien sowie Sarkosporidien, die einige neue, sehr gute Abbildungen bringen. FIEBIGER nimmt mit MOROFF an, daß die Streifenhülle der Sarkosporidienschläuche „kein Produkt des Parasiten sondern des Wirtes und nur umgewandelte Muskulatur ist". Im Anhang werden die Chlamydozoen kritisch behandelt. Durch Ausführlichkeit zeichnet sich schließlich das letzte, uns hier interessierende Kapitel über Ciliaten (*Ichthyophthirius*, *Bütschlia*, *Balantidium coli*, *Entodinium*, *Cycloposthium*, *Chilodon cyprini* [zu den Hypotrichen gerechnet] und *Cyclochaete*) aus.

Die Anordnung und Behandlung des schwierigen Stoffes ist sehr übersichtlich und klar und das Buch kann jedem Studierenden der Veterinärmedizin, aber auch jedem, der sich für die Parasiten der Haus- und Nutztiere interessiert, warm empfohlen werden. Die Ausstattung des Werkes ist sehr gut und zahlreiche Abbildungen begleiten den Text.

PROWAZEK.

Raabe, H., *Amoebidium parasiticum* CIENK. I. Partie. (Noyau, sa structure et sa division.) C. R. Soc. Scient. Varsovie 1911, IV, fasc. 6 pp. 229—252, Fig. 1—17; französ. Resumé.

Verf. beschreibt einen auf den Extremitäten von Crustaceen vorkommenden Parasiten von verlängerter Körperform. Das Plasma enthält zahlreiche metachromatische Körper. Das zunächst einkernige Individuum wächst sehr schnell im gleichen Verhältnis, wie sich die Zahl der Kerne vermehrt. Durch eine Art Schizogonie zerfällt schließlich das Individuum in soviel Tochtertiere, wie es Kerne gehabt hat. Ferner kommt noch eine andere Art der Fortpflanzung vor, es teilt sich nämlich der Inhalt in Amöben, die durch Zerreißen der Membran des Muttertieres nach außen gelangen. Nach 10—15 Minuten tritt Encystierung dieser Amöben

Digitized by Google

ein. Nach einigen Tagen gehen daraus wieder einkernige Individuen hervor und das parasitäre Leben beginnt von neuem. Der Kern ist ein typischer primitiver Caryosomkern mit Außenchromatin. Das Caryosom enthält Chromatingranula. Eine Kernmembran ist nicht vorhanden. Die Kernteilung kann nach mehreren Typen vor sich gehen. Am häufigsten teilt sich der Kern primitiv mitotisch mit Centriolen und deutlicher Centrodesmose. Während der vegetativen Periode ist kein Centriol im Caryosom zu beobachten. Multiple Teilung kommt häufig vor. Das Außenchromatin nimmt nicht an der Teilung in Form einer Äquatorialplatte teil. Ferner kommt noch eine Kernteilung mit „Chromosomen" vor und mit Tochterplatten in Form eines Diaster. Auch hier sind Centriole deutlich wahrnehmbar, sie verschwinden nur nach Ausbildung der Chromosomen. Das Caryosom löst sich bei letzterem Modus auf und sein Chromatin wird zur Bildung der „Chromosomen" verwendet. Verf. vergleicht diesen Modus mit den Kernteilungen bei *Caryotropha* nach SIEDLECKI (1905) und bei *Aggregata* nach MOROFF (1906).

— II. Partie. Les corpuscles métachromatiques. Ibid. p. 253—263, Fig. 1—6.

Verf. stellt das Vorkommen von zahlreichen metachromatischen Körpern als Reservestoffe fest. Diese werden in der Cyste aufgebraucht in wechselnder Menge, die sich je nach der Zeit der Encystierung richtet.

Dr. KURT NÄGLER (Berlin).

Jennings, H. S., Pure lines in the study of genetics in lower organisms. The American Naturalist Vol. XLV 1911 p. 79—89.

JENNINGS betont in dieser kurzen programmatischen Schrift, daß wirklich Genotypen bestehen. Das Vorhandensein und die Bedeutung der Genotypen soll erst einmal an sich betrachtet werden. Ihre Verbindung mit Vererbungstheorien wünscht der Autor vorläufig auszuschalten. Er sagt, daß Genotypen oder reine Linien „nur der Name für gewisse ‚actual existance' ist, die wir darstellen können". Tatsachen, die mit den Sinnen wahrgenommen werden können, zeigen das Wirken der Genotypen. In niederen Organismen ist in jeder Rasse nach JENNINGS ein Genotyp tatsächlich isoliert, von denen jeder sich wieder mit anderen Genotypen, die durch Einzeltiere jeder Rasse dargestellt werden, vermischen kann. Jedes menschliche Wesen repräsentiert verschiedene Genotype, und diese Genotypen werden unentwirrbar vermischt bei jeder neuen Generation. Dagegen bleibt bei der ungeschlechtlichen Vermehrung der Paramäcien — diese hatte JENNINGS studiert — jeder einmal isolierte Genotyp erhalten, bis er bei der Conjugation des Tieres, sei es in der Natur, sei es durch den Experimentator, mit einem anderen Genotyp vermischt wird. Diese Genotypen sind unter verschiedenen äußeren Bedingungen veränderlich. Sie antworten verschieden auf die Wechsel in der Umgebung. Daher definiert JENNINGS Vererbung so: „Die Vererbung eines Organismus ist seine Art, auf die Einflüsse der Umgebung zu antworten." Ein Beispiel mag dies erklären. Unter gegebenen Verhältnissen ist der Genotyp A groß, während der Genotyp B, der in zwei verschiedenen Paramäcien-

Digitized by Google

individuen verkörpert sein soll, klein ist. Unter anderen Bedingungen ist der Genotyp A groß, wieder unter anderen ist er klein. Das sagt nun nicht, daß der Genotyp B aus dem Genotyp A entstanden ist; denn andere Bedingungen waren für das Erscheinen des kleinen Genotyp B und des kleinen Genotyp A nötig.

ERDMANN (Berlin).

Jennings, H. S., Assortative mating, variability and inheritance of size in the conjugation of paramecium. — Journ. of exper. Zool. Vol. XI No. 1, July 1911.

Die zweite Veröffentlichung von JENNINGS 1910 (Ref. dieses Archiv Bd. 24), welche sich auf Erblichkeit und Variationen der Größe von Paramäcium während der Vermehrung durch Teilung beschäftigte, hatte eine Reihe Probleme gestreift, ohne sie völlig zu erschöpfen. Diese neue Veröffentlichung soll ganz besonders dazu dienen, die Größenbeziehungen und Veränderungen während der Conjugation bei Paramäcien zu schildern. JENNINGS verspricht einen weiteren Beitrag, welcher die Beziehungen der Conjugation zur Teilungsenergie und Anzahl der ungeschlechtlichen Generationen untersuchen will. Schon von PEARL war die Meinung ausgesprochen worden, daß die beiden Conjuganten einer Paramäcienkultur sich weniger in der Größe unterschieden als die in der Kultur sich befindlichen nicht-conjugierenden Tiere. Weiter hatte PEARL schon ausgesprochen, daß Größenbeziehungen zwischen den conjugierenden Tieren stattfänden, nämlich größere Tiere conjugierten mit größeren und kleinere mit kleineren. Da aber PEARL keine reinen Linien zu seinen Beobachtungen benutzt hatte, sondern sogenannte „wild cultures“, deren Herkunft und Abstammung unbekannt und die eine Reihe von verschiedenen Rassen enthalten konnten, genommen hatte, so sind sowohl seine Experimente zu ergänzen und auch reine Linien in den Betrachtungskreis zu ziehen. — JENNINGS stellt nun sechs verschiedene Probleme auf, die er gesondert betrachten will und die er mit der äußersten Exaktheit getrennt untersucht. „Welche Tatsachen sprechen für eine etwaige Variabilität und Größenbeziehung zwischen Conjuganten einerseits und Nicht-Conjuganten, wie verhält sich diese Variabilität beim Vorhandensein verschieden großer Rassen?“ ist die erste Frage, die JENNINGS in Übereinstimmung mit PEARL folgendermaßen beantwortet:

Die Paarlinge conjugierender Tiere sind im Durchschnitt kleiner und zeigen untereinander weniger große Variationen als nicht-conjugierende Tiere. Das stimmt vollkommen, wenn wirklich reine Linien, also die Abkömmlinge eines einzigen Tieres zu diesem Versuch benutzt worden sind. Ausnahmen können vorkommen. Conjugieren reinrassige große Tiere, so können natürlich diese Conjuganten größer sein als die Nicht-Conjuganten einer kleineren Rasse. In einer reinen Rasse wachsen die kleinen Paarlinge nach der Conjugation so weit, daß sie ebenso groß sind wie die Nicht-Conjuganten derselben Rasse. Sind große Nicht-Conjuganten derselben Rasse vorhanden, so teilen sich dieselben weiter und konjugieren erst als kleinere Conjuganten. Es besteht also durchaus kein fundamentaler Unterschied in den Größenbeziehungen conjugierender

Digitized by Google

und nicht-conjugierender Tiere, sondern nur ein zeitweiliger physiologischer, der durchaus keine Einwirkung auf die spätere Gestaltung der Experimenttiere hat.

Die Variabilität zwischen Conjuganten und Nicht-Conjuganten ist also in reinrassigen Kulturen geringer als in wilden Kulturen aus zwei einleuchtenden Gründen: reinrassige Tiere haben kaum nicht ausgewachsene Exemplare, die conjugieren, stets finden sich passende Paarlinge; auch ist die Differenz eines jungen Paramäciums und eines Paarlings eines Conjuganten nicht so groß wie der Unterschied zwischen jungen Individuen und Nicht-Conjuganten. Da die Conjugation epidemisch auftritt, so werden in einer reinrassigen Zucht wenig Nicht-Conjuganten sein. Betrachten wir nun die Nicht-Conjuganten einer solchen reinrassigen Kultur, so ist die Variabilität zwischen diesen natürlich viel größer als die Variabilität zwischen den Paarlingen. Der Grund für dieses Verhalten ist natürlich der, daß junge Tiere und alle Zwischenstufen bis zu den größten Nicht-Conjuganten derselben Rasse durchlaufen werden müssen.

Untersuchen wir nun dieses Problem für wilde Kulturen, d. h. nicht reinlinige Zuchten, so zeigt sich auch eine verminderte Variabilität bei den Paarlingen. Natürlich conjugieren zu gleicher Zeit sehr oft nur Tiere einer Rasse und infolgedessen ist, wie aus dem Vorhergesagten geschlossen werden kann, die Variabilität gering. Die Nicht-Conjuganten, die in einer solchen wilden Kultur enthalten sind und die sowohl aus Nicht-Conjuganten kleinerer und größerer Rassen bestehen, zeigen infolgedessen die größte Variabilität.

Die Untersuchung Jennings hat also die Pearl'sche Regel für reinrassige wie für gemischtrassige Kulturen bestätigt.

Die zweite Frage, „ob ein assortative mating d. h. ein Conjugieren annährend gleich großer Tiere immer stattfindet", beantwortet Jennings nach verschiedenen Seiten hin. Er untersucht erst die notwendigen Beziehungen zu einer solchen auswählenden Conjugation und untersucht ihre Beziehungen auf das Entstehen verschiedener Rassen. Stets conjugieren — sei es in reinen, sei es in gemischten Kulturen — kleinere Individuen mit kleineren und größere mit größeren. Besonders stark tritt das auf, wenn die beiden Spezies *Paramaecium caudatum* und *Paramaecium aurelia* conjugiert werden sollen. Weniger stark findet sich dieses „assortative mating" bei einer stark gemischten Kultur; recht schwach, wenn auch vorhanden, ist die „auswählende Conjugation" in reinrassigen Kulturen. Eine Reihe von Ursachen trägt dazu bei, die gleiche Länge der beiden Paarlinge zu erzeugen, zuerst findet wirklich Auswahl gleich großer Tiere untereinander statt. Man bemerkt häufig, daß zwei verschieden große Paramäcien conjugieren wollen, sich aneinanderlegen, aber es kommt zu keiner Befestigung der Mundöffnung; die Tiere schwimmen wieder auseinander. Auch gleichen sich die Größen der Paarlinge während der Conjugation an. Es kommt besonders darauf an, daß die Entfernung des vorderen Endes der beiden Paarlinge möglichst gleich groß ist. Die Größendimensionen des hinteren Endes der Tiere erscheint nach den Messungen von Jennings von nicht so großer Wichtigkeit. Die Folgen der auswählenden Conjugation zeigen sich erstens dadurch, daß, wenn die Rassen *Caudatum* und *Aurelia* vorhanden sind, die Kreuzung verhindert wird.

Digitized by Google

Weiter conjugieren bei gemischtrassigen Kulturen kleinere Tiere mit kleineren und größere mit größeren. So wird die vollständige Vermischung der Rassen und das Erzeugen eines einzigen Mischtypus verhindert. Selbst bei reinrassiger Kultur konnte JENNINGS diese Erscheinung des assortative matings beobachten. Die Folgen für die spätere Lebensgeschichte der Rasse sind noch nicht aufgedeckt; denn, wie JENNINGS weiter zeigt, wachsen die größeren reinrassigen Paarlinge bis zur Normalgröße der Rasse aus, indem sie nach der Conjugation sehr lange zusammen bleiben und schon nach ganz kurzer Zeit Nahrung aufnehmen. Größere Paarlinge bleiben nicht so lange conjugiert und wachsen infolgedessen nicht so stark. So wird unter gleichen Ernährungs- und Temperaturbedingungen stets die für diese äußeren Umstände konstante Größe der reinen Rasse ungefähr wieder erzeugt.

Zieht man reinrassig von wilden Kulturen große Conjugantenpaare und kleine Conjugantenpaare getrennt auf, so entstehen durch das auswählende Conjugieren verschiedene Spezies oder Rassen.

Drittens untersucht JENNINGS, ob die durch Teilung erzeugten Nachkommen von Conjuganten und von Nicht-Conjuganten derselben Rasse größer oder kleiner sind. Zieht man getrennt die Generationen von Conjuganten auf, die durch Teilung entstanden sind, so ist diese Nachkommenschaft größer als die Nachkommenschaft derselben Rasse, welcher nicht gestattet war zu conjugieren. Auch diese Erscheinung schrieb JENNINGS auf die längere Trennung der beiden Paarlinge voneinander. Doch ist dieser Unterschied in der Größe zwischen Nachkommen von Conjuganten und Nicht-Conjuganten außerordentlich gering, geringer als die Größendifferenz verschiedener Rassen untereinander. Nach wenig Generationen zeigt es sich, daß die Nachkommen von Conjuganten und Nicht-Conjuganten wieder gleich groß geworden sind.

Die letzten drei Fragen, die JENNINGS aufgestellt hat, „ob die Nachkommenschaft der Conjuganten variabler in Größe und Teilungsgeschwindigkeit ist als die Nachkommenschaft von Nicht-Conjuganten der gleichen Rasse", beantwortet er dahin, daß die Conjugation die Variation vermehrt. Weiter entstehen Rassenunterschiede als das Resultat der Conjugation innerhalb Gliedern derselben reinen Rasse. Ebenso zeigt die Nachkommenschaft jedes einzelnen Paarlings eines Paares oft vererbbare Unterschiede.

Diese drei Probleme sind hier nur durch einen Satz von dem Autor beantwortet. Die Beweisführung seiner drei letzten Fragen will er in einer neuen Veröffentlichung in voller Ausführlichkeit geben.

Es handelt sich also bei der Beurteilung seiner vorliegenden Arbeit nur um die Einordnung seiner Resultate in die diese die drei ersten Fragen behandelnde Literatur. Die Technik, um dies noch vorher zu bemerken, die Versuchsanordnung und Ausführung sind außerordentlich exakt und die Schlußfolgerung aus den Experimenten sehr vorsichtig. Da der größte Teil der Arbeit eine Nachuntersuchung der PEARL'schen Ansichten ist, so braucht jetzt auf die Übereinstimmung von JENNINGS und PEARL nicht weiter eingegangen zu werden. COLLIN hat bei *Anoplophryia branchiarum* „assortative mating" beobachtet, dagegen sind die Ergebnisse von ENRIQUES im Widerspruch mit den PEARL'schen, COLLIN'schen und JENNINGS'schen. Nur am Ende der Conjugationsepidemie von *Chilodon uncinatus* fand ENRIQUES „assortative mating". ERDMANN (Berlin).

Digitized by Google

Woodruff, L. L., Evidence on the Adaption of Paramaecium to different Environments. Biol. Bull. Vol. XXII No. 1 p. 60—65, 1911.

WOODRUFF kommt in dieser Untersuchung zu einer Bestätigung der CALKINS'schen Behauptung, daß nach einer Reihe asexueller Teilungen eine Paramäciumkultur einer tiefen Depression erliegen kann. Doch ist dies nicht notwendig, wie der Verf. selbst gezeigt hat, er konnte Paramäcien asexuell bis ins Unbegrenzte aufziehen (WOODRUFF 1910). Schädigungen, wie sie durch die lange und einseitige Aufzucht, durch die beständige Isolation vielleicht gegeben sind, führte bei der verwandten Paramäciumkultur (*Paramaecium caudatum*) zum Tode. Eine vollkommen gleich behandelte *Paramaecium aurelia*-Kultur zeigte diese Erscheinung nicht.

Daraus geht hervor, daß für jede individuelle Kultur das nur für sie geeignete Medium gefunden werden muß, wenn man die Tiere asexuell langdauernd aufziehen will. ERDMANN (Berlin).

Woodruff L. L. and **Baitsell, G. A.**, Rhythms in the Reproductive Activity of Infusoria. Journ. of Exper. Zool. Vol. 11 No. 4 p. 339—359, 1911.

Die Verff. konnten nachweisen, daß sich bei sorgfältig geführten Paramäcienkulturen Schwankungen in der Teilungsrate finden. Das zeitweilige Sinken der Teilungsrate wiederholt sich in periodischen Rhythmen. Niemals aber tritt ein völliges Erlöschen des Stammes auf, wie früher angenommen. Ein Lebenscyclus einer Kultur existiert also nicht, eine tiefe Depression (HERTWIG) ist nach BAITSELL's und WOODRUFF's Erfahrungen ausgeschlossen. In einem Jahre (1909) fanden 613, in dem nächsten (1910) 612 Teilungen statt; es ist also die Gesamtanzahl der Teilungen in einem Jahre konstant. Die periodische Verlangsamung der Teilungsgeschwindigkeit soll durch innere, in der Zelle liegende Ursachen begründet sein, sie tritt bei konstanten äußeren Kulturbedingungen reiner und einwandsfreier zutage. ERDMANN (Berlin).

Woodruff, L. L. and **Baitsell, G. A.**, The Temperature Coefficient of the Rate of Reproduction of Paramaecium aurelia. Amer. Journ. of Physiol. Vol. 29 No. 2 1911 p. 147—155.

Beide Verff. untersuchen den Einfluß konstanter Temperaturen auf die Teilungsrate von *Paramaecium aurelia*. Wieder wurden zu dieser Arbeit reine Linien genommen, die schon 51 Monate beobachtet waren und die schon 2540 Generationen ohne Conjugation oder künstliche Stimulation geliefert hatten. Am 1. Oktober 1910 wurde eine Teilkultur in 0,0025 proz. Fleischextrakt aufgezogen, so daß für die Dauer der Versuche stets dieselbe Fleischextraktflüssigkeit, die in größeren Massen hergestellt und steril aufbewahrt wurde, benutzt werden konnte. Tiere wurden bei 8^0, bei 16, 21, 24,5, 28, 32^0 gehalten. 8 Tochterlinien wurden diesen Temperaturen ausgesetzt. Als Optimumtemperatur erwies sich $24 + 28,5^0$ C. Auch die Teilungsrate wurde untersucht. Es zeigt sich, daß zwischen

Digitized by Google

dieser optimalen Temperatur die Teilungsrate bei allen Versuchen dieselbe blieb. Diese Befunde stimmen mit den anderen von SCHURMAYER, MENDELSSOHN, RAUTMANN und POPOFF überein. Auch daß Temperaturen über 21,5 und unter 21,5° und über 31,5° früher oder später tödlich verlaufen.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß bei 28° C in 40 Tagen 527 Teilungen bei den 8 Tochterlinien vorkamen, während 8 Tochterlinien bei 24° in 40 Tagen 370 Teilungen ergaben. Die Verminderung oder Erhöhung der Teilungsrate erfolgt nach den Temperaturregeln von VANT HOFF. ERDMANN (Berlin).

Kleine, F. K. und **M. Taute,** Trypanosomenstudien. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 31 Heft 2 (auch einzeln, Berlin, J. Springer, 1911).

In einer Reihe kleinerer Mitteilungen in der „Deutsch. med. Wochenschr." hatte KLEINE bereits die wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchungen über *Trypanosoma gambiense* und *brucei* und die Übertragung durch die Glossinen veröffentlicht; die vorliegende Arbeit bringt nun eine ausführliche Schilderung der angestellten Experimente und Beobachtungen, durch die vor allem mit Sicherheit dargetan ist, daß die Glossinen keine bloßen mechanischen Überträger, sondern richtige Wirte der Trypanosomen sind. Müssen doch die Parasiten nach ihrer Aufnahme im Darme der Glossina erst eine Entwicklung durchmachen, bevor sie weiter übertragen werden können. Die entscheidenden Versuche wurden in der Weise angestellt, daß die Verff. dieselben Glossinen zuerst an infizierten Tieren und dann in regelmäßigen Abständen an einer Reihe gesunder saugen ließen. Während nun die ersten gesunden Tiere der Reihe nach weiterhin uninfiziert blieben, traten bei den folgenden nach einiger Zeit Trypanosomen im Blute auf. Hieraus ergibt sich, daß die Glossinen nicht gleich nach der Aufnahme trypanosomenhaltigen Blutes, sondern erst nach einiger Zeit (etwa 20 Tagen) infektiös werden und es dann aber auch lange bleiben. Die abweichenden und widerspruchsvollen Resultate früherer Untersucher erklären sich einmal aus der zu kurzen Dauer der Übertragungsexperimente, sodann aber auch aus der Verwendung im Freien gefangener Fliegen, die bereits vor Beginn der Versuche trypanosomenhaltiges Blut aufgenommen haben konnten.

Demgegenüber arbeiteten die Verff. im großen Umfange mit im Laboratorium gezogenen Glossinen (über die Methoden ihrer Aufzucht werden genauere Angaben gemacht) und können daher auf Grund ihrer — inzwischen auch von anderer Seite bestätigten — Ergebnisse mit Recht erklären, daß die mechanische Übertragung für die Verbreitung der Schlafkrankheit oder Nagana keine oder eine ganz untergeordnete Bedeutung hat. Das Arbeiten mit selbstgezogenen Glossinen ermöglichte es aber auch ferner, die Frage nach der Zugehörigkeit der verschiedenen im Darme der Tsetsefliegen beschriebenen Flagellatenformen zum Entwicklungskreis von Trypanosomen zu entscheiden. Bei keiner einzigen der nach Tausenden zählenden gezüchteten Glossinen fanden sich, so lange sie an uninfizierten Tieren gefüttert worden waren, irgendwelche Flagellaten. Dies spricht sehr gegen eine erbliche Übertragung der Flagellaten wie auch gegen das Vorhandensein echter Crithidien im Darme der Glossinen.

Digitized by Google

Andererseits wiesen an infizierte Tiere gesetzte Tsetsefliegen nach einiger Zeit in ihrem Darme die mannigfachsten Flagellatenstadien auf, wie sie bereits von früheren Untersuchern (vor allem R. KOCH) beschrieben worden sind. Und weitere Experimente mit zahlreichen Gruppen von wenigen Glossinen ergaben, daß diese Flagellaten nur bei den infektiös werdenden Fliegen auftreten (die nicht mehr als 10 Proz. sämmtlicher an infizierten Tieren gefütterter ausmachen).

Die Einzelheiten des Entwicklungsganges der Trypanosomen in den Glossinen bedürfen noch weiterer Untersuchungen; sicher ist aber jetzt, daß auch die beobachteten „Crithidienformen“ hierher gehören, ferner daß diese Entwicklung mit der Wiederausbildung der typischen Trypanosomengestalt abschließt, und endlich, daß stets im Laufe der Entwicklung Formen entstehen, wie sie bereits früher als „männliche“ und „weibliche“ beschrieben worden sind. Ein Sexualprozeß ist dagegen noch nicht beobachtet. Die Entwicklungsstadien der Säugetiertrypanosomen lassen sich von denen der Kaltblüterflagellaten daran unterscheiden, daß bei ihnen der Blepharoplast meistens hinter dem Hauptkern liegen bleibt, während er bei den Kaltblütertrypanosomen vor diesen rückt. — Zahlreiche Mitteilungen über Glossinen und verschiedene Trypanosomen vervollständigen die für die Kenntnis wie Bekämpfung dieser Parasiten gleich wichtige Untersuchung. Erwähnt sei hier nur noch der Nachweis der Zugehörigkeit des *Trypanosoma grayi* zum Krokodiltrypanosoma und die des *Tr. tullochii* zu *Tr. gambiense*. V. JOLLOS (München).

Robertson, Muriel, Transmission of Flagellates Living in the blood of certain Freshwater Fishes. Phil. Trans. R. S. of London 1911.

Die Goldfische im Parke des Lister Institutes erwiesen sich mit Trypanosomen und Trypanoplasmen infiziert. Die reichlich gefundenen Gattungen *Nepa*, *Notonecta*, *Corixa*, verschiedene Hydrometriden, *Dytiscus*, *Argulus* kamen sicher nicht als Überträger in Frage. In *Nepa cinerea* fand sich eine *Crithidia*, welche der von LÉGER und Miss PORTER beschriebenen *Herpetomonas jaculum* nicht gleicht. *Nepa* greift kleine Blutegel an. *Hemiclepsis marginata* war dagegen mit Trypanosomen und Trypanoplasmen infiziert. Von anderen Blutegeln kam nur ein einziger, *Glossiphonia complanata* zur Beobachtung, der mit *Trypanoplasma* infiziert war. Nach der Nahrung des Egels zu schließen — Würmer, Mollusken, Insektenlarven — hat man es vielleicht mit Parasiten zu tun, die in einem dieser Wirbellosen ihren Cyclus vollenden und den Egel als Zwischenwirt benützen, oder aber nach der Ansicht BRUMPTS mit einem allein in *Glossiphonia complanata* lebenden *Trypanoplasma*. Man konnte den Egel nicht dazu bringen, an Fischen zu saugen.

Bei *Hemiclepsis marginata* findet keine germinale Infektion mit Trypanosomen und Trypanoplasma statt. Das Trypanoplasma im Goldfisch ist wahrscheinlich *Tr. cyprini*.

Im Fischblut erschienen am 4. Tag nach dem Saugakt die Trypanosomen, schlank und ziemlich klein, am 6. waren sie zahlreicher und größer, am 14. waren schlanke Formen selten, die Mehrheit der Tiere war groß

Digitized by Google

und bewegte sich nach Euglena-Art, wie es für den normalen blutbewohnenden Typ charakteristisch ist. Die Trypanosomiasen der Fische tragen ruhigen, chronischen Charakter, die Parasitenzahl ist niedrig, pathogene Bedeutung kommt ihnen selten zu (zuweilen Anämie). Mit zunehmender Parasitenzahl treten kleine Formen auf, die, wie auch zu Beginn der Infektion, wohl auf rasch einander folgende Teilungen zurückzuführen sind. Die Zahl der Parasiten nimmt dann ab, sie verschwinden schließlich fast ganz oder ganz aus dem zirkulierenden Blut, ohne daß der Fisch wenigstens zunächst seine Infektiösität zu verlieren scheint. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Besonders wichtig ist die Beobachtung des Verhaltens der Parasiten im Kropf und Rüsselscheide einer lebenden *Hemiclepsis*. Nach dem Saugakt werden die Trypanoplasmen breiter und klobiger, sie bewegen sich in charakteristisch fließender Art; nach 4—5 Stunden teilen sie sich häufig. Am 2. Tage erscheinen einige schlanke kommaartige Formen, sie nehmen dann an Zahl zu; Übergangsformen existieren. Etwa vom 6. Tage ab wandern sie in die Rüsselscheide und heften sich in ungeheurer Zahl mit dem Ende der freien Geißel an die Rüsselwand, zu dem Ende durchwandern sie den Rüssel. Ein Saugakt an einem nicht infizierten Tier kann manchmal den ganzen Egel von Flagellaten reinigen.

Die Speciesfrage ist für die verschiedenen Trypanosomen in Fischen noch nicht entschieden. Im Kropf beginnen die Trypanosomen 6—9 Stunden nach ihrer Aufnahme mit dem Blut sich zu teilen. Vom Hinterende des ursprünglichen Trypanosoma sproßt eine kleine breite Herpetomonas ähnliche Form. Diese entwickelt sofort eine undulierende Membran und stellt dann ein breites Crithidiastadium dar. Beide Tiere teilen sich fortgesetzt weiter. Der Kropf wird angefüllt mit Flagellaten von Kaulquappengestalt mit dem Kinetonucleus dicht vor oder hinter dem Kern. Es besteht eine „allgemeine Tendenz zu ungleicher Teilung". Aber trotz stundenlanger Beobachtung von Individuen ungewöhnlicher Gestalt, erfolgte nie Copulation, sondern stets weitere Teilung. Frühestens vom 5. Tage an wachsen die Individuen in die Länge, vom 8. Tage an entstehen sehr schlanke Formen aus der Teilung der breiteren, langen Trypanosomen. Diese überschlanken Formen bilden zuletzt die erdrückende Mehrheit der vorhandenen Flagellaten und werden beim neuen Saugakt übertragen. Vom 10. Tage an wandern sie in die Rüsselscheide; früher nimmt der Egel nie Nahrung auf. Die Entwicklung hängt zusammen mit der Temperatur und den Verdauungsvorgängen im Egel. Erst nach Abschluß der Verdauung im Kropf erscheinen Trypanosomen in der Rüsselscheide. „Der Egel ist nicht infektiös, bis die schlanken Formen sich in der Scheide finden, selbst wenn er sonst ganz voller Trypanosomen ist." Setzt man Egel mit frisch aufgenommenem trypanosomenhaltigen Blut einer Temperatur von 25° C. aus, so vermögen diese während der Sekretionsperiode die Trypanosomen einfach zu verdauen! Nach einer Fütterung am uninfizierten Tier bleiben stets noch Trypanosomen im Egel. Nach Fütterung mit uninfiziertem Blut finden sich im Kropfe neben wenigen degenerierenden schlanken Formen, hauptsächlich ziemlich breite kleine „trypaniforme" Crithidia-ähnliche Individuen. Es entwickeln sich die typischen für die ersten Stadien der Verdauung charakteristischen Stadien. Die Zahl der

Digitized by Google

Parasiten wird ebenso groß wie nach der Primärinfektion, wieder erscheint der schlanke Typ erst nach Verdauung aller roten Blutkörperchen. Verf. macht mit Recht darauf aufmerksam, wie wichtig die enge Verknüpfung der Infektionsformen mit dem Bedingungskomplex ist, der am Ende der Verdauung obwaltet. Die Formbildung dieser Trypanosomen richtet sich wahrscheinlich nach einigen ganz bestimmten Milieureizen. Sog ein infizierter Egel neue Trypanosomen ein, so ließen sich beide Sätze nur etwa 24 Stunden lang unterscheiden, eine Conjugation ließ sich nicht beobachten. Dies bringt nicht notwendig die theoretische Erwartung ins Wanken, derzufolge diese zu irgendeiner Periode erfolgen muß. Es braucht nicht notwendig, nach Analogie der Malariaparasiten, jede Passage durch einen Zwischenwirt mit Conjugation verbunden sein.

Ein Egel kann einen Fisch mit Trypanosomen und Trypanoplasmen zugleich infizieren. Passagen zwischen Goldfisch, Barsch und Brasse gelingen, andere sind noch im Gange (Aal bzw. Hecht, Goldfisch, Brasse). Direkte Infektion von Fisch zu Fisch findet nicht statt. Auf Zusatz von Wasser zu Blut reagieren die Parasiten auf dem Objektträger mit Teilung. Dabei wird das Hinterende dicker und keulig, der Blepharoplast wandert gegen den Kern. Dieser teilt sich in etwa 20 Minuten. Die neue Geißel wächst als steifer Fortsatz aus, „sie verlängert sich allmählich und wird beweglich“. Das keulenförmige Hinterende schnürt sich dann ab. In einem Rhythmus von 6—9 Stunden teilen Mutter- und Tochtertier sich wieder. Die Temperatur übt einen Einfluß auf die Zeit aus. Manchmal versagt die Reaktion bei ganzen Infektionen, wo die Trypanosomen sehr gering an Zahl und sehr schlank sind, vollständig. Der Grund hierfür ist unklar. Die experimentell so erzeugten Teilungen sind identisch mit den ersten im Kropfe des Egels. Auch auf Blutagar liegen dieselben Verhältnisse vor: starke Herabsetzung des osmotischen Druckes und wahrscheinliche Absorption von Wasser durch die Trypanosomen. Die stürmische Teilung nach dem Saugakt wird in Parallele gesetzt zu den LOEB'schen Erfahrungen über künstliche Parthenogenese an Seeigeleiern. Die interessanten Ergebnisse der Verfasserin werfen ein scharfes Licht auf den Polymorphismus der Trypanosomen, wie er sowohl im Wirbeltier als auch neuerdings in den Tsetse beschrieben wurde, und fordern zu einer Nachuntersuchung unter Berücksichtigung der hier gewonnenen Gesichtspunkte auf.

KUCZYNSKI (Berlin).

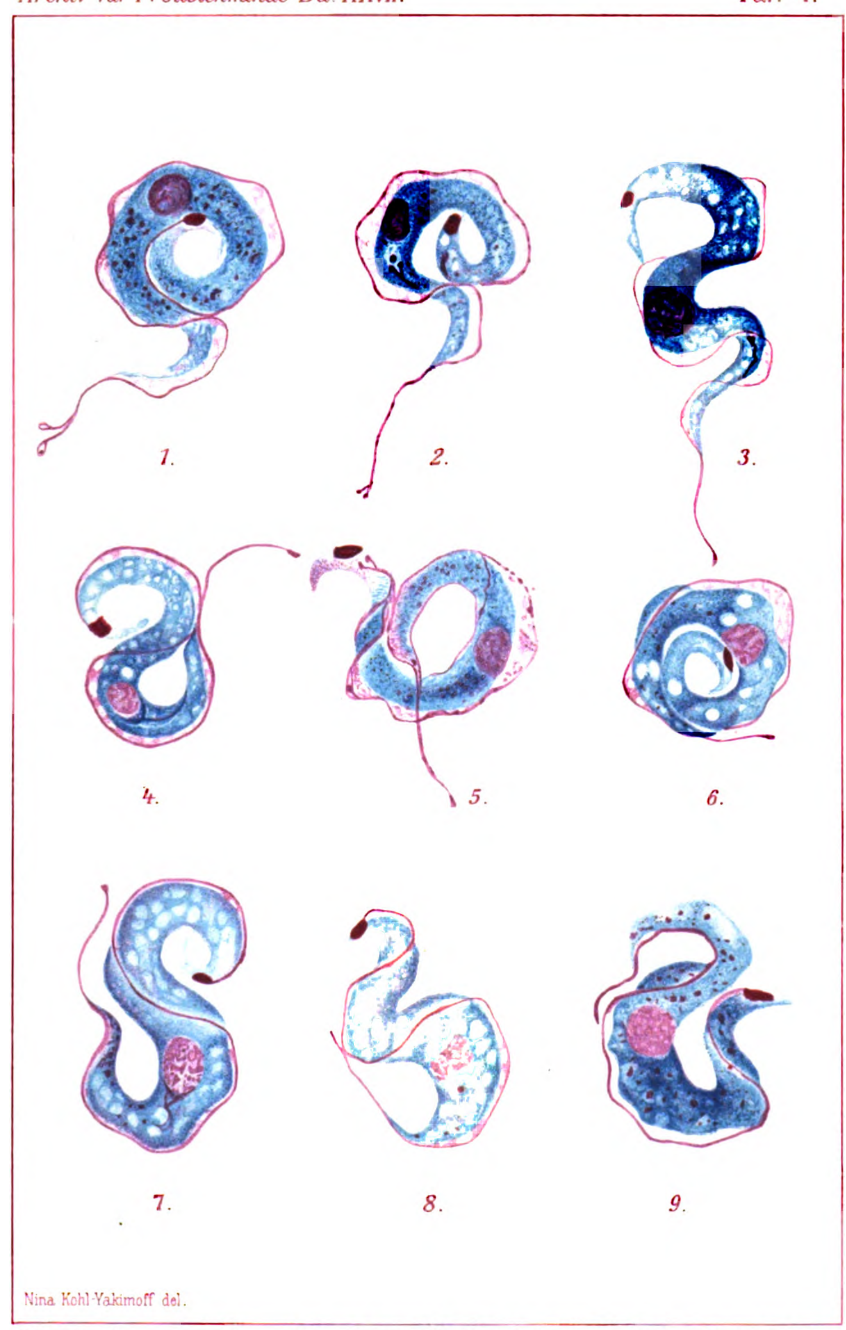
Mathis, C. et M. Leger, Recherches de Parasitologie et de Pathologie humaines et animales au Tonkin. Paris 1911. Masson édit. Mit 14 Tafeln.

Im vorliegenden Werke haben die Verfasser alle ihre Beobachtungen über die in Tonkin vorkommenden Parasiten des Menschen und der Tiere im Zusammenhange veröffentlicht. Sehr reichhaltig sind die Teile des Buches, welche die Protozoen behandeln. Von menschlichen Protozoenkrankheiten sind die Malaria und die Amöbendysenterie eingehend behandelt. Als neue Art beschrieben wird ein Flagellat der Gattung *Prowazekia* (*Pr. Weinbergi* MATHIS et LEGER) aus den menschlichen Fäces. Auch den Malariaüberträgern, den Anophelinen, ist ein ausführlicher Ab-

Digitized by Google

schnitt gewidmet. Systematisch haben die Verfasser das Blut einer sehr hohen Anzahl von Wirbeltieren aller Klassen untersucht und dabei einen staunenswerten Artenreichtum an Blutprotozoen gefunden. Sie beschreiben 1 *Plasmodium,* 15 *Haemoproteus-*, 14 *Leucocytozoon-*, 9 *Haemogregarina-*Arten, 1 *Leucocytogregarina*, 1 *Piroplasma*, 23 *Trypanosoma-* und 2 *Trypanoplasma-*Arten. Von diesen Protozoen sind mehrere Arten neu. Außerdem wurden einige Blutprotozoen unsicherer Stellung aufgefunden. Zu jedem Protozoon liefern die Verfasser eine ausführliche Beschreibung und farbige Abbildungen nach Giemsatrockenpräparaten. Wenn auch das Buch seinem Zwecke entsprechend keinerlei cytologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen bringt, so verdient es doch wegen der zahlreichen Artbeschreibungen, biologischen Beobachtungen und angestellten Versuche das Interesse des Protozoologen ebensogut wie das des Mediziners, für den es geschrieben ist. W. Nöller.

Digitized by Google

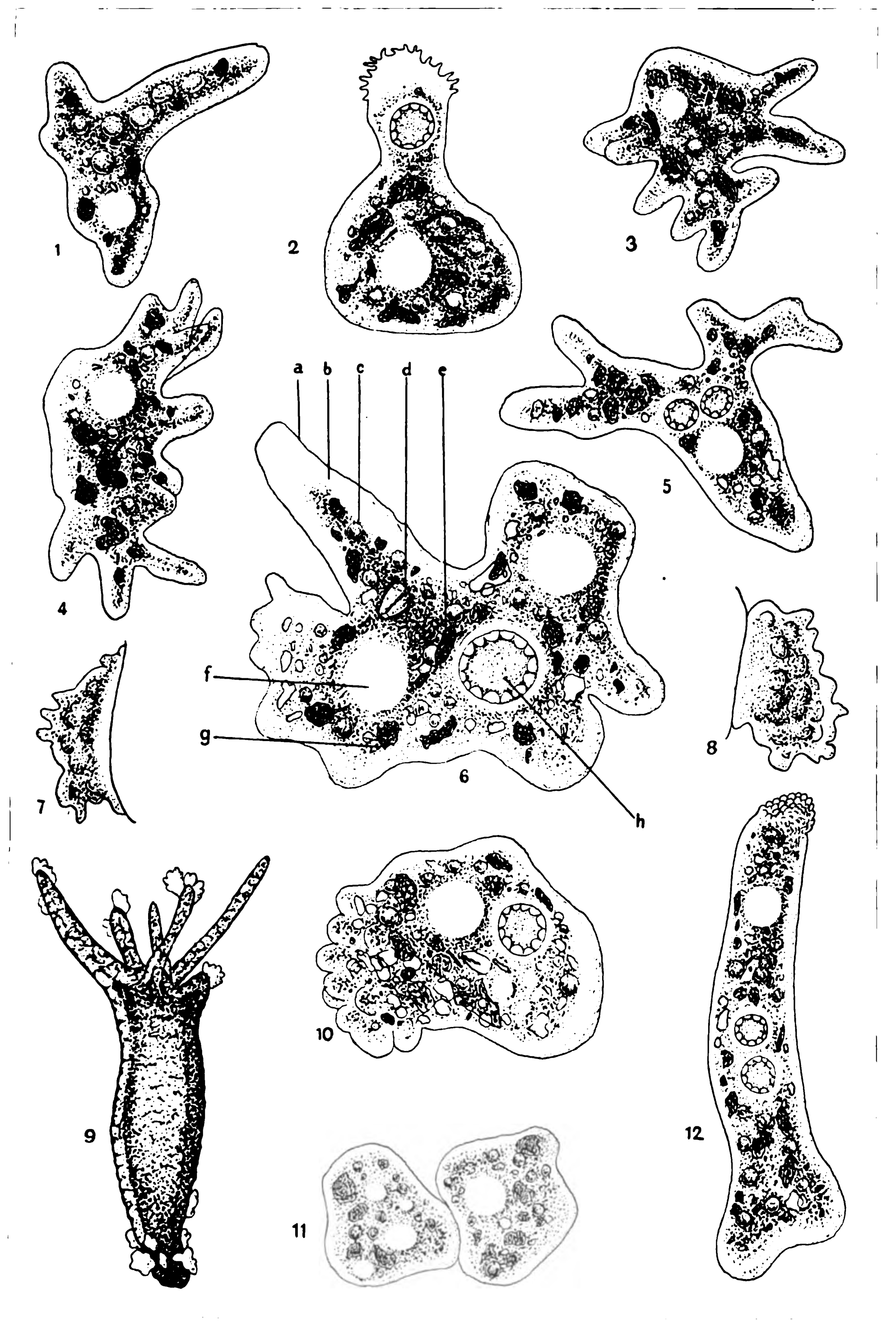


W. L. Yakimoff.

Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. Anst. v. Johannes Arndt, Jena.

Digitized by Google

Digitized by Google

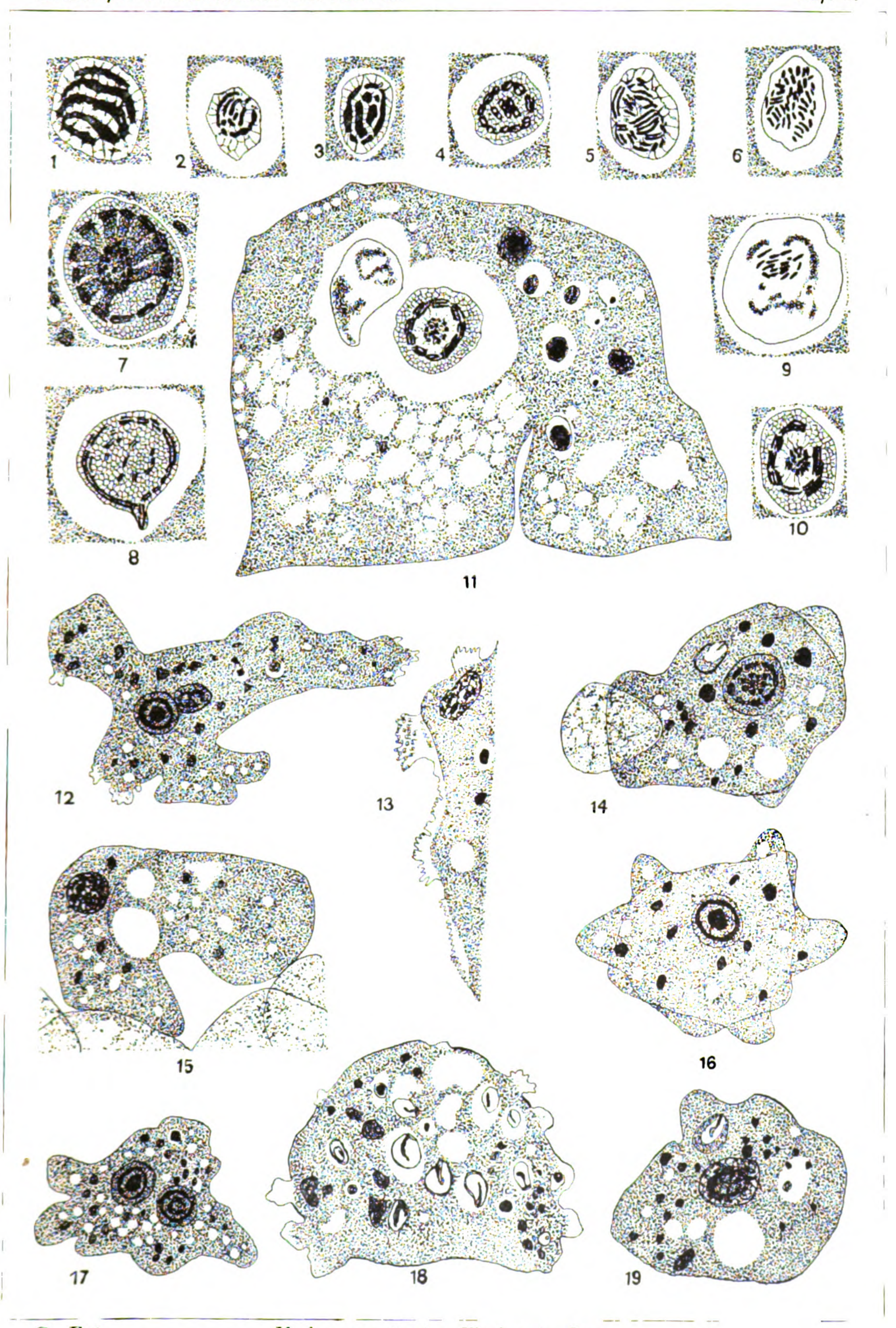


G. Entz.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Digitized by Google

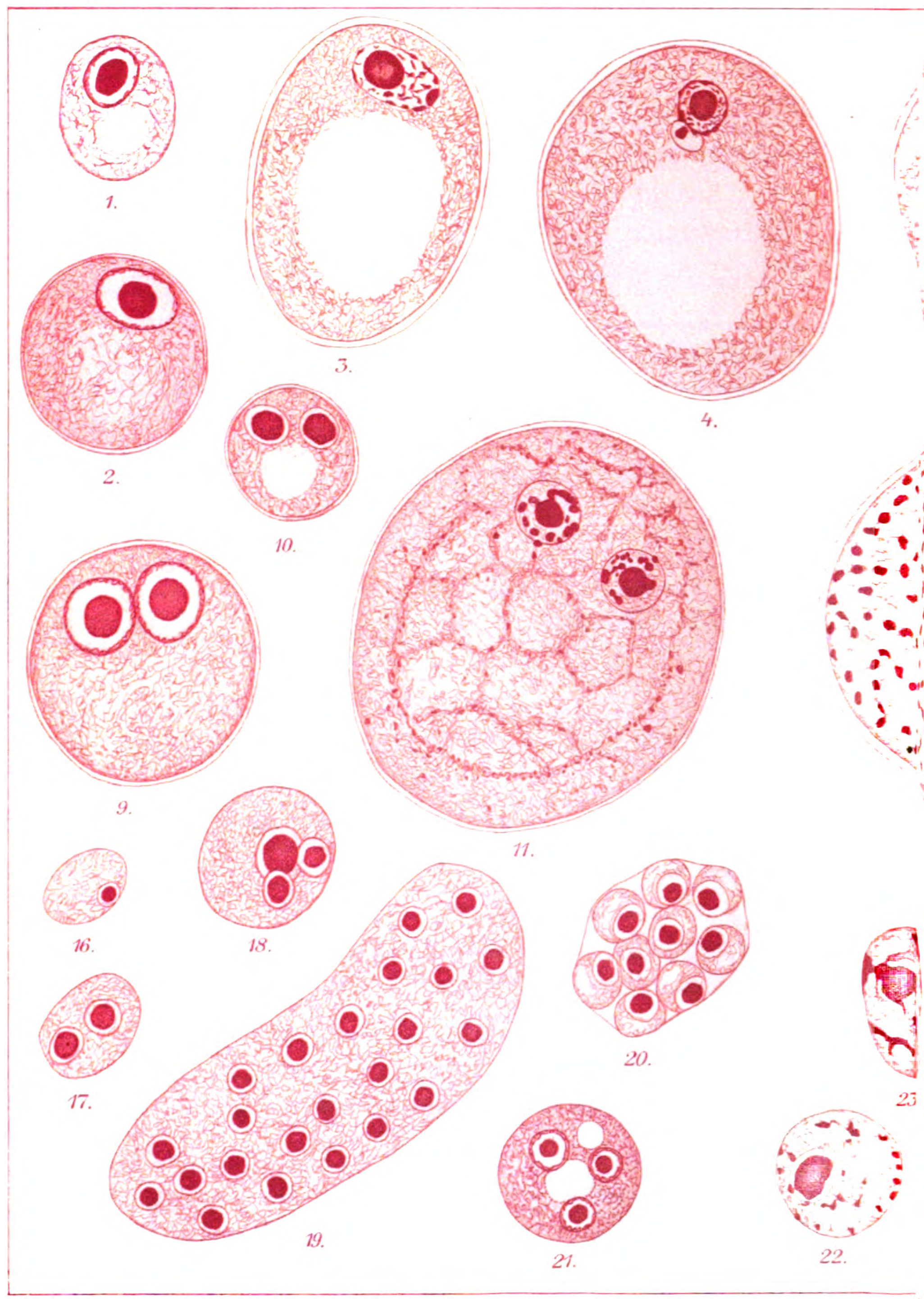
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

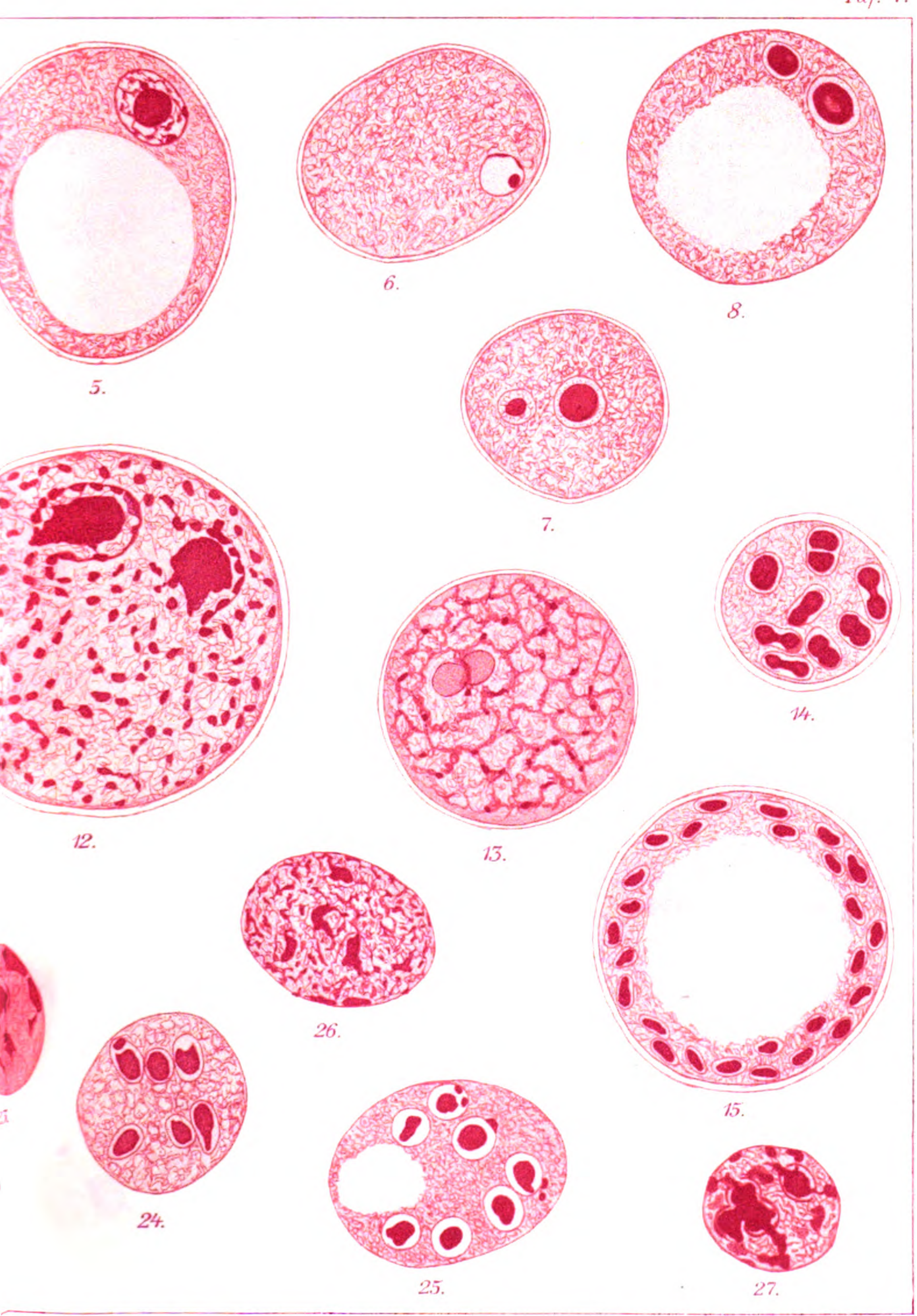
Digitized by Google



Konsuloff gez.

Verlag vor Gustav

Digitized by Google



Fischer in Jena

Lith Anst v. K. Wesser Jena

Digitized by Google

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Folliculina-Studien I—III.

I. ***Folliculina spirorbis* n. sp.**
II. **Folliculinen aus Canale di Corsia** (bei der Insel Cherso, nördl. Adria).
III. **Folliculinen, neu für die Fauna Norwegens.**

Von
Carl Dons (Tromsö, Norwegen).

(Hierzu Tafel 5 und 6 Textfiguren.)

I. *Folliculina spirorbis* n. sp.

Diagnose.

Hülse farblos. Bauch der Hülse birnförmig, unten abgeplattet, kriechend, mit einer chitinartigen Substanz am Untergrunde geleimt.

Hals sehr eng, von 10—15 μ in Diameter oder ca. $^1/_5$—$^1/_7$ der Breite des Bauches, emporgerichtet, sehr oft gekrümmt und hervorgerichtet, gewöhnlich mit einer spiralförmigen Verdickung von etwa 3—7 Windungen. Kragen nur wenig entwickelt, umgeschlagen, nur bei stärkerer Vergrößerung zu erkennen. Schließapparat fehlt.

Weichkörper gestreift, körnig. Kern elliptisch bis kreisrund, ebenso groß oder nur ein wenig größer als die Öffnung des Halses. — Auf *spirorbis* sp.

Die Hülse.

Folliculina spirorbis scheint *F. ampulla* sehr nahe zu stehen, indem die Hülse von einem ähnlichen Typus ist, und man unterscheidet

Digitized by Google

leicht einen Hals und einen Bauch. Das besondere Aussehen kommt von der Enge des Halses her, und es ist beinahe unglaublich, daß das Tier seine Trichterlappen von dieser schmalen Röhre hinausstrecken kann; ich habe indessen zurzeit nur fixiertes Material beobachtet. Es geht jedoch hervor, daß wir es mit einer echten *Folliculina* zu tun haben.

Die Form der Hülse ist immer birnförmig (Taf. 5 Fig. 2); Hals und Bauch sind von etwa derselben Länge, aber großen Variationen unterworfen, wie es aus Textfig. A u. B hervorgeht.

Der Bauch ist wie bei allen Folliculinen durch eine verkittende Substanz am Untergrunde geleimt. Wahrscheinlich ist sie von einer ähnlichen Materie wie die Hülse; sie ist aber noch mehr durchsichtig — und zwar in den meisten Fällen ohne Färbung nicht zu sehen. Die Grenze dieses Leimes ist ganz regellos; er ragt nur wenig an den Seiten des Bauches hervor (Taf. 5 Fig. 2).

Der Bauch selbst ist farblos und durchsichtig und zeigt sich bei gedämpftem Lichte grau. Die Wände sind glatt und strukturlos; sie gehen allmählich in den Hals über.

Von oben gesehen ist der Bauch ein wenig gestreckt — mit der größten Breite im hintersten Drittel. Von der Seite ist die Grenze des Bauches besser zu sehen, ist aber auch hier nicht scharf markiert (Textfig. A 9—12 u. B 13—14).

Die Größe und Form des Bauches variiert ziemlich (A 2, 6 u. 8) auch bei Individuen derselben Lokalität; es sind jedoch nur individuelle Variationen, die sich schön um den Typus gruppieren. Ich habe gefunden, daß die Größenverhältnisse des Bauches zwischen folgenden Maßen liegen: Länge 75—100 μ, Breite 55—100 μ.

Während der Bauch dem der *F. ampulla* ähnelt, ist der Hals von derselben zum Teil ziemlich verschieden. Wie früher erwähnt ist der Hals der *F. spirorbis* in Vergleich mit ihrem Bauche sehr eng. Der Diameter ist insgemein ein konstanter, und zwar von derselben Größe an der Mündung wie an der Basis; Schwankungen kommen indessen vor, zuweilen mit einer Verlängerung des Halses zusammen (B 5—6, 11, 13, 16), und zwar bei Individuen verschiedener Lokalitäten.

Die Länge des Halses variiert bedeutend mehr als der Diameter; das Verhalten zwischen Hals und Bauch ist aber insgemein konstant, indem sehr kurze (A 13 u. B 14) oder sehr lange (B 5—6) Hälse selten zu sein scheinen.

Aus den Figuren geht weiterhin hervor, daß die Richtung des Halses sehr verschieden sein kann. Sehr oft ist er gekrümmt —

Digitized by Google

von beinahe horizontal (A 13) bis mehr als senkrecht (B 13) — hie und da ebenfalls mit einer Seitenbiegung (A 1—6) oder anfangs aufwärts und später vorwärts (A 11) usw.

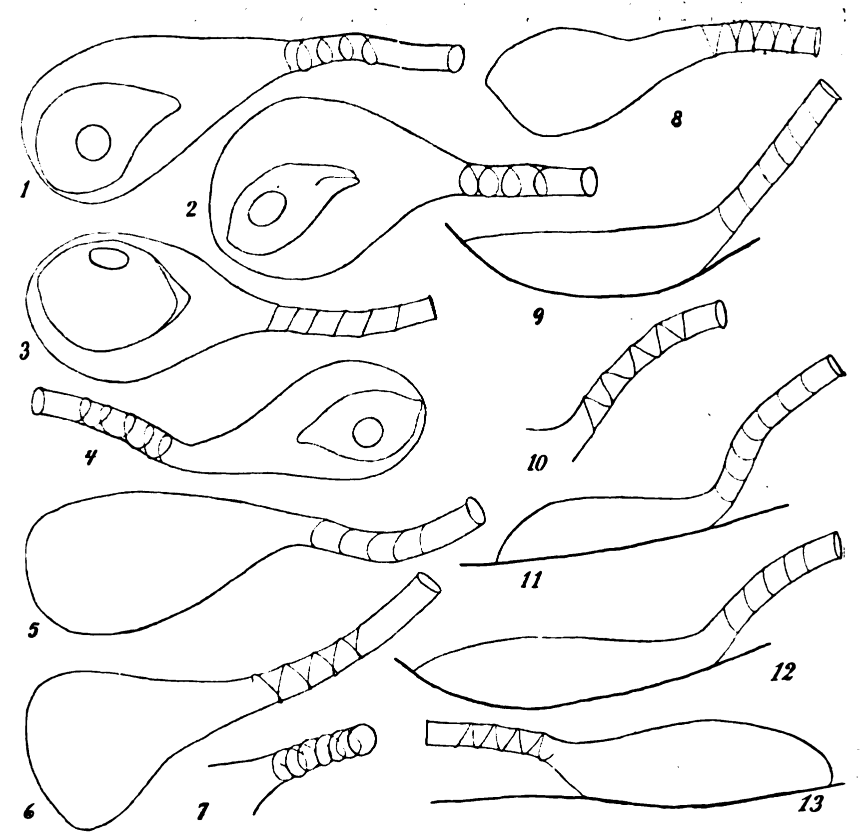


Fig. A. *Folliculina spirorbis* n. sp. (Vergr. × 250.) Variationsverhältnisse aus südl. Norwegen: Dröbak im Kristianiafjord. 1—8 von oben gesehen. 9—13 von der Seite gesehen.

Zuweilen trifft man auch unfertige Gehäuse an; solche nicht ganz ausgebaute Hülsen haben mehr oder weniger verkürzte Hälse (B 7, 17 u. vielleicht auch 14).

Ich darf daher sagen, daß die Dimensionen des Halses insgemein zwischen folgenden Grenzen liegen: Länge 65—160 μ, Diameter 10—15 μ.

Sehr charakteristisch für den Hals ist die spiralige Verdickung (Taf. 5 Fig. 6), die ich in gar keinen Fällen fehlen gesehen habe. Die Zahl der Windungen ist etwas verschieden, am

Digitized by Google

häufigsten 4—5, sehr oft 6—7, selten 3 oder weniger. Ob die Spiralleiste eine wirkliche Verdickung oder nicht bloß eine spiralige Ausstülpung der Halswand ist, wage ich nicht auszusprechen. Sie zeigt sich bei stärkerer Vergrößerung als einen erhöhten Teil des Halses.

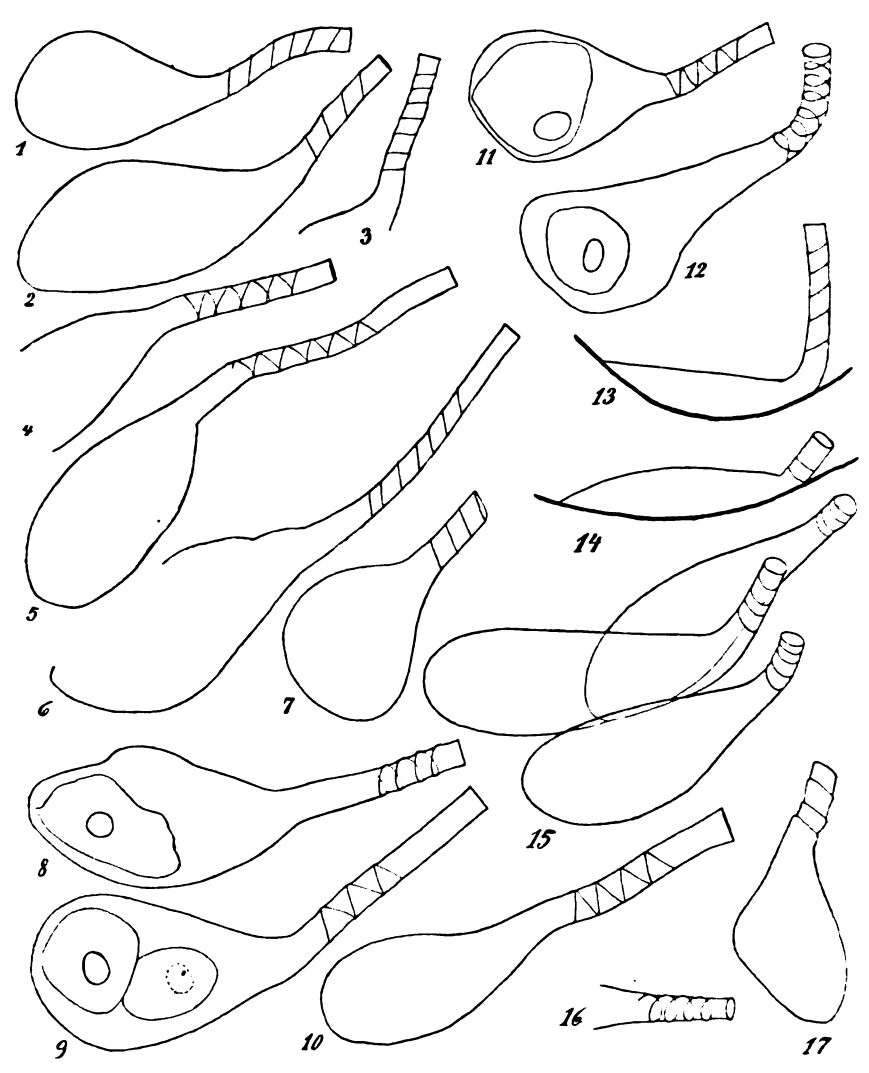


Fig. B. *Folliculina spirorbis* n. sp. (Vergr. × 250.) Variationsverhältnisse aus nördl. Norwegen. 1—7 bei Evenskjär im Tjeldsund. 8—12 bei Bjarkö. 13—15 bei Gibostad im Gisund. 16—17 bei Tromsö.

Digitized by Google

Die eine ihrer Funktionen ist wahrscheinlich eine mechanische — um den dünnen Hals zu stützen. Indessen ist die Spiralleiste nicht über den ganzen Hals entwickelt; sehr oft ist der letzte Teil ganz glatt (A 6, B 5—6 u. 9—10); es kommt aber auch vor, daß die Basis des Halses ganz glatt ist (B 8).

Am besten ist der Lauf der Spirale von oben zu sehen (A 7). Die Regel ist, daß sie rechts geht; in einem Falle habe ich jedoch einige Spiralen gesehen, die eine ganz umgekehrte Richtung hatten — also links (B 12).

Ob etwas Ähnliches bei anderen Infusionstieren bekannt ist, weiß ich nicht; es scheint mir aber bemerkenswert zu sein. Ich werde dieses Verhalten mit dem einiger Schnecken parallelisieren, bei denen rechts- und linksgewundene Gehäuse derselben Species zu beobachten sind. Es scheint auch ebenso selten wie dieses Verhalten aufzutreten und ist ebenso rätselhaft wie dort. In allen Fällen muß es auf spezielle Eigentümlichkeiten des Körpers zurückgeführt werden, die sich in dem ausgeschiedenen Hause Ausdruck geben.

Das Ende des Halses ist mit einem kleinen Kragen abgeschlossen, der ganz dünn ist. Er ist umgeschlagen und sehr schmal, so daß er kaum zu sehen ist (Taf. 5 Fig. 6) — in Vergleich mit denen der übrigen Folliculinen ist er ganz rudimentär.

Der Weichkörper.

Mein Material war für ein Studium der weichen Teile nicht sehr gut fixiert. Meistens war es in Alkohol konserviert, zum Teil aber auch in Sublimat, ohne daß doch dies besser war. Vielleicht kommt es daher, daß der Hals so lang und schmal ist, daß die Fixierungsflüssigkeiten nur langsam eindringen können; das Tier wird sich daher nicht bloß stark kontrahieren, sondern vielleicht auch Änderungen der Form und Struktur ausgesetzt werden.

Da die Tiere ausschließlich auf *Spirorbis* sp. zu finden waren, wurde es für eine nähere Beobachtung notwendig den Kalk des Wurmes mit einer Säure aufzulösen. Es gelang mir so mehrere Folliculinen zu isolieren. Am meisten war ich imstande in den Cytoplasmaklumpen einen Kern zu sehen; das Cytoplasma selbst war aber sehr verschieden fixiert, so daß ich selten die beiden Trichterlappen unterscheiden konnte; diese waren z. B. bei den auf Taf. 5 Fig. 2 und Textfig. A 2—3 abgebildeten Individuen zu sehen.

Digitized by Google

Etwas mehr als das Dasein der Trichterlappen festzuschlagen vermag ich nicht aus diesem Material. Und da die Tiere ihre Gehäuse auf einem undurchsichtigen Boden bauen, wird es wahrscheinlich schwierig, Näheres davon bei lebendigen Individuen zu beobachten.

Das Ectoplasma zeigt eine ähnliche Längsstreifung wie dasjenige der übrigen Folliculinen. Die Streifen scheinen von kleineren und größeren Körnern zusammengesetzt zu sein, und sie konvergieren gegen die Basis, wo der Befestigungspunkt zu suchen ist. Über die Art der Befestigung habe ich indessen nichts wahrgenommen.

Der Kern scheint von einer dichteren Substanz als das Cytoplasma zusammengesetzt zu sein; er ist aber in meinen Präparaten ganz strukturlos. Seine Größe ist wie die übrigen Körperteile individuellen Variationen unterworfen (Taf. 5 Fig. 2—5) — der größte Diameter variiert zwischen 17 u. 24 μ. Die Form ist ellipsoidisch, ziemlich zusammengedrückt und wird daher in den verschiedenen Stellungen mehr oder weniger elliptisch aussehen. Der kleinste Diameter war 11 μ.

Ein Micronucleus war nicht zu sehen.

Das Vorkommen.

Ich habe die *Folliculina spirorbis* ausschließlich auf den Gehäusen von *Spirorbis* sp. sitzen gesehen, und daher habe ich dem neuen Tiere diesen Namen gegeben. Wie aus Taf. 5 Fig. 1 hervorgeht, sitzen die Tiere am liebsten in den Furchen mit ihren Hälsen emporragend; sehr oft können sie auch anderswo auf der Oberfläche der *Spirorbis*-Schalen sitzen — in der Regel mehrere Individuen zusammen. Auf der Figur sind auch zwei *F. ampulla* zu sehen.

Hiermit sei jedoch nicht gesagt, daß das Tier nicht auf anderen „Objekten“ wohnen könne; ich glaube aber, daß *Spirorbis*-Schalen, die ja überall zu finden sind, die besten Anheftungs- und vielleicht auch Schutzbedingungen darbieten müssen, weil das Tier dieselben aufzusuchen scheint.

Ich wage auszusprechen, daß *F. spirorbis* eine recht ausgedehnte Verbreitung hat. Bei Studien über *F. ampulla* habe ich sie recht oft angetroffen, doch tritt sie in Vergleich mit diesen nicht häufig auf. Ich hatte Material aus verschiedenen Lokalitäten in Norwegen, und die *F. spirorbis* habe ich aus folgenden notiert:

Digitized by Google

Im südlichen Norwegen:

Dröbak im Kristianiafjord (Juli 1906; Tiefe 4 m).

Im nördlichen Norwegen:

Evenskjär im Tjeldsund südlich von der Stadt Harstad (22./7. 1911; 30 m).

Bjarkö, nördlich von Harstad (27./7. 1910; 15 m. — 23./6. 1911; 5 m. — 11./7. 1911; 5 m. — 24.—27./7. 1911; 10—15 m).

Gibostad im Gisund bei der Insel Senjen (12./7. 1910; 25 m — 14./7. 1910; 35 m. — 11./7. 1910; 75 m).

Tromsö (17./8. 1910; 5 m).

Beinahe sämtliche Lokalitäten liegen also in einem Sund — teils in Fjorden, teils zwischen Inseln und dem festen Lande. Es ist also zu bemerken, daß wir hier eine sehr lebhafte Wasserströmung haben, ein solcher regelmäßiger Wasserwechsel ist vielleicht eine Lebensbedingung, und er ist gewiß von großer Bedeutung für die Verbreitung. Davon etwas Sicheres auszusprechen ist indessen zu früh, da die Kenntnis der Verbreitung noch zu unvollkommen ist.

Von der vertikalen Verbreitung ist auch nicht viel zu bemerken. Überall ist die Tiefe sehr gering — 4—75 m. Ich habe Folliculinen meistens in der *Laminaria*-Region (0—10 m) und in der Rotalgenregion (10—50 m, speziell auf *Delesseria* und *Ptilota*) gesammelt.

Bei Bjarkö habe ich eine Menge *spirorbis*-Schalen litoral gesammelt; keine waren indessen mit *F. spirorbis* behaftet.

In den Textfig. A u. B habe ich einige Exemplare aus den oben erwähnten Lokalitäten abgebildet. Wie schon oben bemerkt, ist kein Unterschied zwischen dem *F. spirorbis*-Bestande der verschiedenen Lokalitäten, indem ähnliche individuelle Variationen überall vorkommen (aus Tromsö sind nur ein Paar Extreme abgebildet).

Die *F. spirorbis* habe ich indessen ganz unbewußt mitgebracht, und erst eine spätere Bearbeitung des Materials zutage gefördert.

In betreff der übrigen Verbreitung muß ich darauf aufmerksam machen, daß ich südlich von der Inselgruppe Lofoten Material nur aus einer Lokalität (Dröbak) gesammelt habe, und es unterliegt daher keinem Zweifel, daß *F. spirorbis* der ganzen norwegischen Küste entlang anzutreffen ist.

Es ist daher zu erwarten, daß *F. spirorbis* auch an anderen Küsten auftritt — ob an mehr arktischen oder an mehr borealen oder vielleicht auch an beiden Seiten läßt sich noch nicht sagen.

November 1911.

Digitized by Google

II. Folliculinen aus Canale di Corsia.

Dies Frühjahr sandte mir Herr Dr. Hj. BROCH, Trondhjem, eine Zeichnung von einer *Folliculina*, die er als neu ansah. Er hatte sie zwischen Hydroiden gefunden, die er in Canale di Corsia bei der Insel Cherso zwischen Quarnero und Quarnerolo in der Adria gesammelt hatte, leider aber nur in wenigen Exemplaren. Es war gerade die von Dr. H. LAACKMANN (1910) eben beschriebene Art *F. telesto* — also ein sehr interessanter Fund.

Später hatte ich mit der Güte des Herrn BROCH die Gelegenheit dasselbe Material speziell auf Folliculinen durchzusuchen.

Es waren indessen nur wenig Folliculinen darin zu finden — und nur aus einer bestimmten Lokalität, Canale di Corsia, 11. 4. 1910, etwa 110 m Tiefe. Hier waren die Folliculinen auf kleinen Hydroiden zu finden, die an der Basis von *Thecocarpus myriophyllum* (LIN.) saßen. Zu bemerken ist, daß auf dem *Thecocarpus* selbst keine Folliculinen zu sehen waren — vielleicht mag es daher kommen, daß die Nematophoren unbequeme Nachbarn sind — vielleicht aber daher, daß die Folliculinen Bodentiere sind.

In allem fand ich nur 2 Arten von Folliculinen: *Folliculina ampulla* (O. F. MÜLLER) und *F. telesto* LAACKMANN. Von der letzten nur wenige Exemplare. Das Material war also ziemlich klein; da indessen die Variationen der Folliculinen nur unvollständig bekannt sind, meinte ich mit diesen kleinen Notizen einen Anfang machen zu können, um die Variationsfähigkeit derselben zu beleuchten.

FR. STEIN (1867) hat verschiedene Größen- und Formänderungen bei den Folliculinen hervorgezogen; er hat aber nicht eigentliche Variationsverhältnisse vor Augen gehabt, sondern mehr die Bildung von Extremen.

Es ist nämlich einerseits ein solcher großer Unterschied zwischen den größten und kleinsten Individuen der *F. ampulla* zueinander und andererseits ein verhältnismäßig kleiner zwischen *F. ampulla* und seiner *F. elegans*, so daß dies nicht befriedigend sein kann. Es hat daher MÖBIUS (1887) dazu verleitet, die Meinung auszusprechen, daß sämtliche Flaschentiere nur zu einer Art gehören. Im Gegensatz dazu hatten frühere Forscher eine Menge von Specien — und sogar auch Genera — aufgestellt. Die spätere Revision und Reduktion der Arten war also notwendig.

Es ist aber keine wirkliche Rücksicht auf die Variationen genommen worden, und dies ist für die genaueren Diagnosen notwendig.

Digitized by Google

Speziell ist dies bei *F. ampulla* der Fall, weil sie größere Abweichungen als die übrigen Folliculinen zeigen, und meiner Meinung nach muß ein Studium über das Verhalten dieses Flaschentieres zu den übrigen auf Variationsuntersuchungen auf Material verschiedener Lokalitäten basiert werden.

Die Folliculinen kommen ziemlich fleckenweise oder lokal vor; wenn man sie antrifft, sind sie indessen in der Regel in Menge zugegen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Infusionstieren, wo man bei Kultivierung schwer hat eine wirklich natürliche Kultur zu bekommen, mag ein solcher *Folliculina*-Bestand einer bestimmten Lokalität sehr gut anstatt einer Kultur dienen.

Die Variationsuntersuchungen müssen daher in erster Reihe auf Studien der einzelnen „Kulturen" beruhen. Man muß also nicht bloß die extremen, sondern auch die durchschnittlichen Eigenschaften hervorheben — mit anderen Worten: eine Charakteristik des ganzen Bestandes liefern.

Folliculina ampulla (O. F. Müller).

1867. Syn.: *Folliculina ampulla* Stein.
1893. Syn.: *Filellum* (?) *expansum* Levinsen.
1910. Syn.: *Folliculina* sp. Dons.
1911. Syn.: *Folliculina expansa* (Lev.) Kramp.

Diese habe ich im Cherso-Material auf *Halecium halecinum* L. gefunden. Sie saßen sehr dicht auf einem Zweige und seinen Sprößlingen, keine aber auf den anderen Zweigen.

Textfig. C stellt ein Bruchstück dieser „Kolonie" dar. Die Individuen stimmen sehr gut mit *F. ampulla* Stein (1867) überein, und ich zweifle auch nicht daran, daß die Hinführung Steins zu der Müller'schen Form richtig ist, obwohl diese seinen Zeichnungen nach nicht genau zu diesem Typus gehören.

Die von mir früher (1910) erwähnte Form ist also eben eine *F. ampulla*, und sie ist auch identisch mit *Filellum* (?) *expansum* Levinsen oder wie sie später von Kramp (1911, p. 374) *Folliculina expansa* genannt ist. Durch die Güte des Herrn Levinsen habe ich eine Probe seines Materials gesehen, und bei Vergleichen habe ich konstatiert, daß die Formen ganz identisch sind.

Das Aufrechterhalten dieser neuen Species kann ich also nicht gelten lassen.

Was noch von Zweifel zurückbleibt, ist, welchen Wert man dem Unterschiede von der Müller'schen Form geben muß. Man

Digitized by Google

hat nämlich auch eine verhältnismäßig gigantische, antarktische Form, die von LAACKMANN (1910) beschrieben ist; dieselben Formen

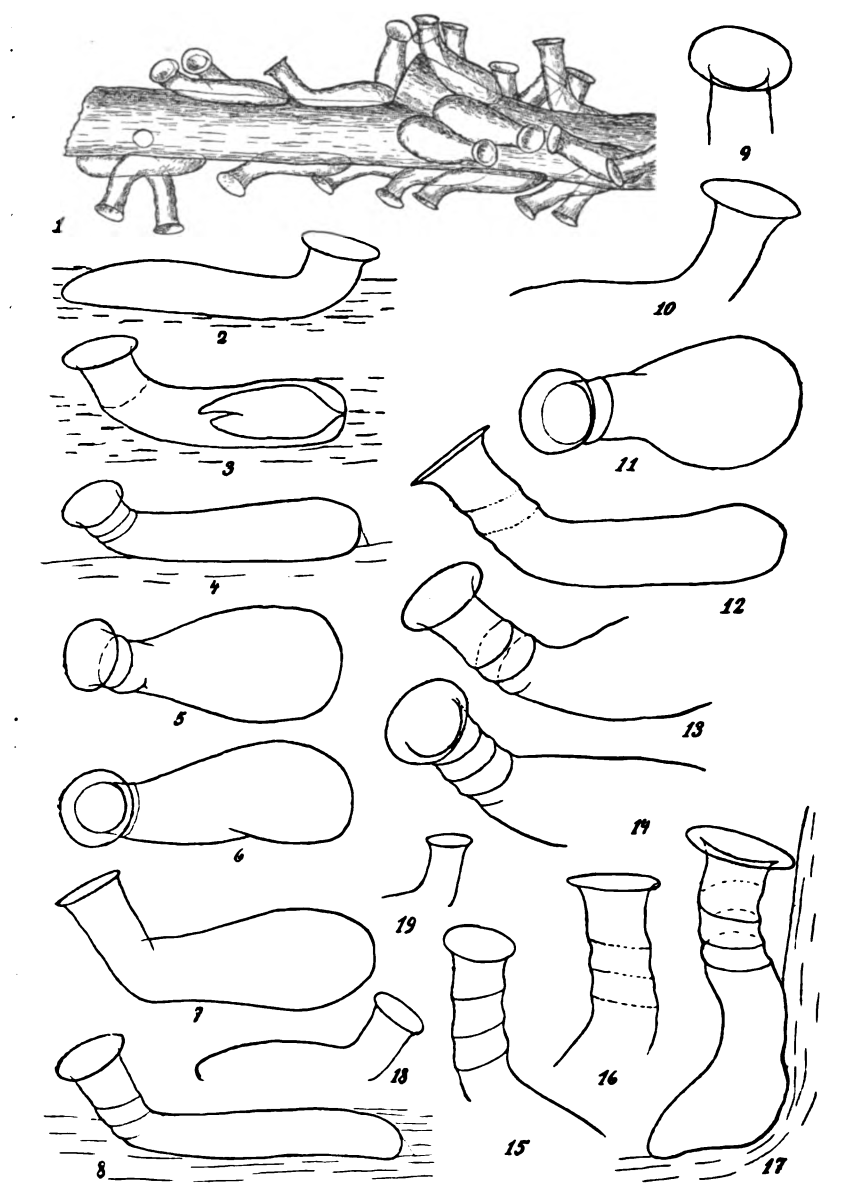


Fig. C. *Folliculina ampulla* (O. F. MÜLLER). 1: Bruchstück einer Gruppe auf *Halecium halecinum* L. sitzend. (Vergr. × 50.) 2—17: Variationsverhältnisse. (Vergr. × 130.) 18—19: Abweichende Formen. (Vergr. × 130.)

Digitized by Google

habe ich in Norwegen wiedergefunden, und ich werde hoffentlich später einen Beitrag zur Lösung dieser Frage in einer anderen Arbeit liefern können.

Da die Variationsfähigkeit der *F. ampulla* sehr groß ist, habe ich, indem ich übrigens auf die Synonomiliste LAACKMANN's (1910) verweise, hier nur einige Synonymen erwähnt, die nämlich, die mit der hiesigen Form genau stimmen.

Beim ersten Ansehen scheinen die Cherso-Individuen der *F. ampulla*-Kolonie sehr uniform gebaut zu sein. Und wenn zwei Ausnahmen (Fig. C 18 u. 19) — zwei sehr kleine Individuen — nicht mitgerechnet werden, ist in der Tat der ganze Bestand ziemlich uniform. Wenn man denselben analysiert, wird man jedoch individuelle Variationen finden; diese sind aber in Vergleich mit denen der übrigen bekannten *F. ampulla*-Formen verhältnismäßig klein. MÖBIUS (1887) hat auch ein solches Verhalten wahrgenommen, und er meint, daß die verschiedenen Formen nur Lokalitätsvariationen sind.

Das Cherso-Material läßt mich indessen nichts daraus schließen. Ich werde daher nur die große Uniformität des vorliegenden Materials hervorheben.

Die gewöhnlichen individuellen Variationen gehen aus Fig. C 2—17 hervor; diese sind ausschließlich auf die Form der Hülse basiert, weil der Weichkörper in der Regel sehr verschieden fixiert ist oder vollständig fehlt; die Variationsuntersuchungen erfordern gleichfalls eine Menge von Individuen um ein charakteristisches Bild geben zu können.

Die Hülse hat bei allen etwa dieselbe Größe und Form. Die Dimensionen der Individuen dieser „Kolonie“ liegen zwischen folgenden Maßen:

Länge des Bauches	220—280 μ
Breite „ „	105—135 „
Höhe „ „	50— 70 „
Länge „ Halses	45—130 „
Diameter des „	47— 65 „
Diameter „ Kragens	70—115 „

Am meisten variiert die Länge des Halses sowohl absolut als relativ. Die übrigen Dimensionen stehen etwas näher in Relation zueinander — so ist z. B. die Höhe des Bauches von etwa derselben Größe wie der Diameter des Halses.

Der letztere — der Halsdiameter scheint mir sehr gut geschickt als ein Maß oder Generalindikator der ganzen Kolonie zu

Digitized by Google

dienen, weil er bei den verschiedenen Projektionen am leichtesten zu messen ist.

Ich habe daher die Halsdiameter der Individuen untersucht, die auf demselben Zweige saßen, und bekam daraus folgende Tabelle:

Hals-diameter	Anzahl der Individuen	
8	•	= etwa 35 μ
9		
10	•	= „ 43
11	•	= „ 47
12	• • • • • • • •	= „ 52
13	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	= „ 56
14	• •	= „ 61
15	• •	= „ 65

Der Maßstab ist ein willkürlicher; die entsprechende Anzahl μ ist aber an der rechten Seite hinzugefügt. Man sieht aus der Tabelle, daß die Individuen sich schön (die oben erwähnten zwei abweichenden mit Halsdiameter von 35 u. 43 μ ausgenommen) rings um eine zentrale Diametergröße von etwa 52—61 μ gruppieren.

Dies ist kaum etwas Zufälliges, und da auch nicht auf andere Weise die Individuen auseinander zu scheiden sind, kann man also sehr gut den Halsdiameter als Index der Kolonie benutzen. Demnach gehören sämtliche Individuen zu derselben Variationsreihe.

Während der Diameter des Halses ein sehr konstanter ist, ist dies aber nicht der Fall, wenn man z. B. die Länge desselben, die Spiralleiste oder den Kragen ansieht. Alle Übergänge der Länge des Halses sind vorhanden und ebenso das mehr oder weniger starke Hervortreten der Spiralleiste, die bald keine deutliche, bald bis 3 Windungen zeigen; die Deutlichkeit beruht indessen zum Teil auf der Stellung der Hülse und der daraus folgenden Projektion. Sehr charakteristisch für diese *Folliculina*-Kolonie ist die kleine Anzahl von Spiralwindungen, und dies macht ebenfalls die Uniformität der Kolonie ziemlich ausgesprochen.

Ein ähnliches Verhalten, das ich in der vorigen Notiz von *F. spirorbis* erwähnt habe, nämlich rechts- und linksgewundene Spiralen, habe ich auch bei *F. ampulla* gefunden (C 15—17); auch hier ist es aber nicht häufig. Wie die Figuren zeigen, ist es nicht speziellen Varianten eigen.

In betreff der zwei kleinen Individuen (C 18 u. 19) ist nicht viel zu sagen. Da sie ganz einsam in dem Material auftreten (ich habe nur diese 2 gefunden) und sie sich mit Sicherheit nicht zwischen

Digitized by Google

andere Formen einordnen können, sind sie nur als atypisch entwickelte Individuen der sonst ziemlich uniform gebildeten Variationsreihe der *F. ampulla* anzusehen; wenigstens kann man sonst nichts daraus schließen.

Von dem Auftreten der *F. ampulla* in der Adria habe ich in der Literatur nicht viel gefunden. STEIN erwähnt Triest als einen sicheren Fundort; ebenso LAACKMANN. Die Art ist indessen wahrscheinlich überall in der Adria wie auch anderswo im Mittelmeere zugegen.

Folliculina telesto LAACKMANN.

Sie ist bei Cherso teils auf *Eudendrium rameum* JOHNST., teils auf *Lafoëa* sp. (aff. *dumosa* FLEM.)[1]) gefunden. Ich fand trotz einer fleißigen Untersuchung nicht viel mehr als 20 Exemplare; sie saßen also ziemlich zerstreut. Dies mag daher kommen, daß die richtige Lokalität nicht im Material repräsentiert war.

Der Fund ist jedoch von größtem Interesse, weil die *F. telesto* bisher nur aus wärmeren Meeren bekannt ist — nämlich aus den von LAACKMANN (1910) erwähnten Orten: Sharks-Bay in W.-Australien und Sumatra. Die Formen aus der Canale di Corsia stimmen mit denen LAACKMANN's sehr gut überein (Fig. D 1—5). Die Länge der Hülse ist etwa dieselbe; der Diameter des Bauches scheint aber ein wenig mehr zu variieren, indem einige zum Teil eine breitere Basis haben (D 2—3).

Die Tiere sind wie alle Folliculinen durch eine verkittende Substanz an dem Untergrunde befestigt (D 9): diese ist doch selten wahrzunehmen, da sie ganz farblos ist. Der Bauch steigt davon mehr oder weniger senkrecht empor; in einem Falle war die Richtung ziemlich schräg (D 13). Die Befestigung ist indessen immer bei dem hintersten Ende des Bauches; er ist übrigens ganz frei.

Typisch für die *F. telesto* ist auch eine ringförmige Erweiterung des basalen Teiles des Halses; LAACKMANN macht aber auch darauf aufmerksam, daß man zuweilen Hülsen findet, die anstatt dieser eine Verengung besitzen. Wir bekommen also 2 Formreihen desselben Tieres, und da sie sich ganz konstant zueinander zu verhalten scheinen, würden wir dies als einen Dimorphismus auffassen können; es würde aber sehr unrichtig sein; denn sie haben sonst sämtliche dieselben Eigenschaften gemein und stellen also gewiß die Hülsen desselben Tieres vor. Beim Studium des Schließapparates der leben-

[1]) Die Hydroiden nach der Angabe des Herrn BROCH.

Digitized by Google

digen Tiere würde man wahrscheinlich eine Lösung dieses eigentümlichen Verhaltens finden.

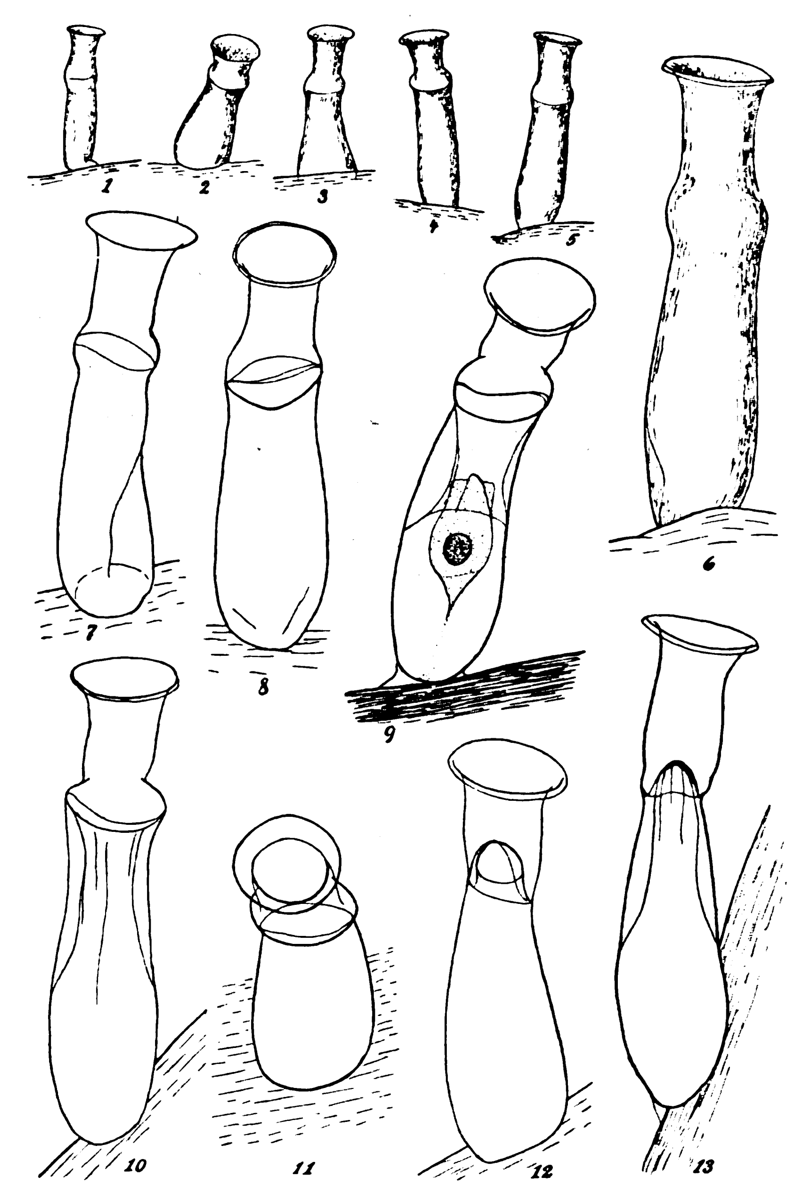


Fig. D. *Folliculina telesto* Laackmann. 1—5: Größenvariationen. (Vergr. × 105.) 6—11: Normale Formen mit Halserweiterung. 11 von oben gesehen. (Vergr. × 250.) 12—13: Aberrante Formen mit Halsverengung. (Vergr. × 250.)

Digitized by Google

Indessen dürften auch die toten Hülsen ein wenig davon sagen können. LAACKMANN hat nämlich darauf aufmerksam gemacht, daß eben diese verengten Hülsen eine Art „Halsvermehrung" zeigen — und die übrigen keine. Ein ähnliches Verhalten habe ich auch gefunden (D 12 u. 13); ich vermag aber dies nicht als eine Halsvermehrung zu bezeichnen. Ich meine dagegen, daß wir hier eine „Verschließstellung" des Tieres repräsentiert haben; es ist wahrscheinlich dieselbe Membran, die wir bei den typischen Hülsen finden (D 7—11); nicht aber bei allen Individuen ist sie gleich gut wahrzunehmen.

Sie besteht aus zwei Teilen — eine zum Teil gefaltete Membran, die als ein „Mantel" innerhalb des oberen Teils des Bauches zu sehen ist (D 10), und eine andere in der Regel gespannte und durch eine Furche geteilte, die in der Halserweiterung gelegen ist (D 8). Die beiden Membranen — wenn sie nicht als eine einzige aufzufassen sind — sind in der Halserweiterung an der Wand zusammen befestigt. Wie weit nach unten der mantelförmige Teil der Schließmembran reicht, konnte ich mit Sicherheit nicht entscheiden; vielleicht habe ich in Fig. D 9 den Unterrand gesehen, vielleicht ist diese Linie nur ein Kunstprodukt.

Wenn man nun die verengten Hülsen betrachtet, sieht man, daß der obere Teil, die eigentliche Schließmembran, sich gewölbt und zuweilen sich ganz zugespitzt hat, und der mantelförmige Teil noch mehr gefaltet ist (D 13). Dies deutet auf eine mechanische Zusammenschnürung des Halses durch die Faltung der Schließmembran.

Zurück steht aber die Frage, ob die Wand der Halserweiterung so dünn und elastisch ist, daß sie dieses Schließen und Öffnen resp. Ein- und Ausstülpung erlaubt; dies muß aber bei lebendigen Tieren studiert werden.

Da die Hülsen meistens geleert waren, habe ich von dem Weichkörper zu der Beschreibung LAACKMANN's nichts hinzuzufügen — und also auch nichts von der Verbindung zwischen Weichkörper und Schließapparat.

(Literaturverzeichnis siehe am Ende der nächsten Studie III.)

III. Folliculinen, neu für die Fauna Norwegens.

Die Folliculinenfauna Norwegens ist sehr mangelhaft studiert worden. CLAPARÈDE u. LAACHMANN (1859) sind wohl die einzigen,

Digitized by Google

die an unseren Küsten diesen Tieren Aufmerksamkeit geschenkt haben. Sie führen *Folliculina ampulla*, *F. aculeata* und *F. elegans* auf.

Von diesen ist später *F. aculeata* von STEIN unter *F. ampulla* eingezogen, und MÖBIUS meint, daß auch *F. elegans* mit den übrigen ebenso zu *F. ampulla* zu rechnen ist.

Die einzige sichere Art Norwegens war also bis heute *F. ampulla*; sie hat aber an unseren wie an anderen Küsten eine große Verbreitung.

Die Folliculinen, die ich gegenwärtig zu unserer Fauna hinzufügen kann, sind 3, und da sie in tiergeographischer Beziehung sehr interessant sind, werde ich sie hier speziell erwähnen.

Folliculina telesto LAACKMANN.

Sie ist bei Dröbak im Kristianiafjord an zwei Lokalitäten (Dröbaksund 28. Juni 1906 u. Graaöen 29. Juni 1906) gefunden worden. Die Tiefe war sehr gering, nicht über 20 m. Die Individuen saßen hier mit *F. ampulla* auf *Laminaria*-Blättern zusammen. Da ich ein verhältnismäßig reiches Material hatte und von *F. telesto* nur etwa ein Dutzend Exemplare fand, ist also der Bestand dieses Tieres sehr klein.

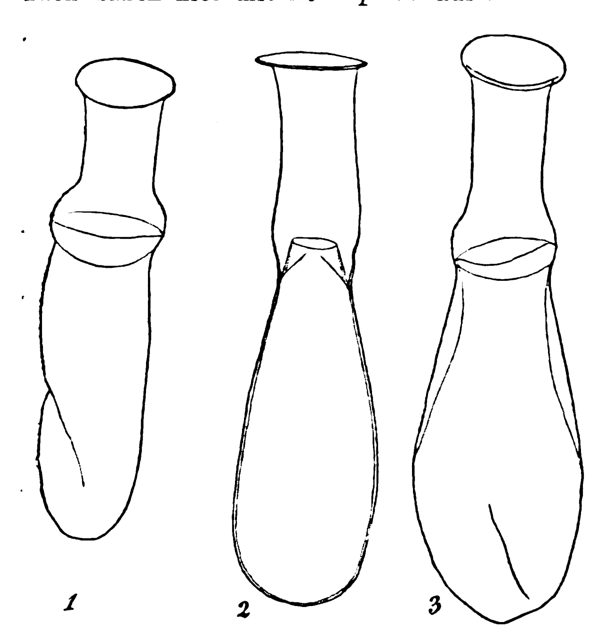


Fig. E. *Folliculina telesto* LAACKM. (Vergr. × 250.) Variationsverhältnisse aus Dröbak.

Wie klein das *F. telesto*-Material auch war, gibt es doch ein wenig Kenntnis von den Variationen derselben (E 1—3). Die Hülsenlänge der Individuen LAACKMANN's (1910) war zwischen 200—260 μ und ihre Bauchdiameter 60—70 μ. Die meinigen hatten indessen eine Länge von ca. 260—310 μ und einen Diameter von 55—90 μ.

Digitized by Google

Die norwegischen Individuen sind also ein wenig größer als die übrigen. Von den Tieren selbst habe ich im Dröbakmaterial nichts gesehen; die Gehäuse waren indessen ganz typisch gebaut. Das eine Individuum hatte einen verengten Hals (E 2). Die Figur ist Laackmann's (1910) Fig. 9 sehr ähnlich, bringt aber nichts Neues zum Beleuchten des Schließapparates und seiner Funktion. Wie ich in der vorigen Notiz erwähnt habe, müssen solche Bilder Verschließstellungen repräsentieren — in diesem Falle ist indessen die Schließmembran nicht ganz verschlossen, während die Halseinschnürung vollständig typisch ist.

Die Hauptsache dieses Fundes ist, daß die Tiere so weit gegen Norden leben können, und das spricht von einer sehr großen Lebensfähigkeit.

Aus der vertikalen Verbreitung kann man noch nichts Näheres schließen. Es ist indessen zu bemerken, daß sie bei Australien (Laackmann 1910) in der Korallenregion zugegen waren (leider ist die Tiefe nicht bekannt), in Canale die Corsia in der Adria in ca. 110 m Tiefe und bei Dröbak in weniger als 20 m. Vielleicht besteht demnach ein Zusammenhang zwischen der geographischen Breite und der Tiefe — ein Abnehmen der Tiefe auf höheren Breiten. Es müssen dann die Temperaturverhältnisse sein, die dieses Verhalten bedingen.

In dieser Verbindung darf ich daher auch erwähnen, daß ich die *F. telesto* noch nicht im nördlichen Norwegen gefunden habe.

Es scheint demnach, daß die *F. telesto* wenigstens an die temperierten oder mäßig warmen Meere gebunden ist. Sie hat aber eine weit größere Verbreitung als bisher bekannt.

Folliculina melitta Laackmann.

Die größte Überraschung ist das Vorkommen dieser *Folliculina* im nördlichen Norwegen. Ich habe sie auf *Lafoëina maxima* Levinsen gefunden — freilich in wenigen Exemplaren, aber doch sehr gut erkennbar. Die *Lafoëa maxima* selbst ist vor kurzem in unserer Fauna von Broch nachgewiesen; sie ist eine arktische Hydroide, die in Norwegen nur aus den nördlichsten Fjorden bekannt ist. Diese Gesellschaft ist im Ramfjorde in der Nähe von Tromsö Mitte August 1904 auf einer *Pecten*-Bank (15—28 m Tiefe) genommen.

Die Folliculinen waren auf den Hydrotheken befestigt, und die Nematophoren hatten wenigstens diesen Individuen nicht geschadet.

Digitized by Google

Die Exemplare von *F. melitta* aus dem Ramfjorde (F. 1—3) waren sämtlich bedeutend kleiner als die von LAACKMANN (1910) aus der Antarktis erwähnten. Die Länge der letzteren war 620 bis 770 μ, die Länge der meinigen aber nur 350—500 μ. Der Diameter des Bauches ist bzw. 130 μ und 80 μ; das Verhalten zwischen Länge und Breite wird also dasselbe. Wenn man ausnimmt, daß meine Exemplare mehr oder minder zerknittert sind, ist der Bau der Individuen ganz von derselben Natur.

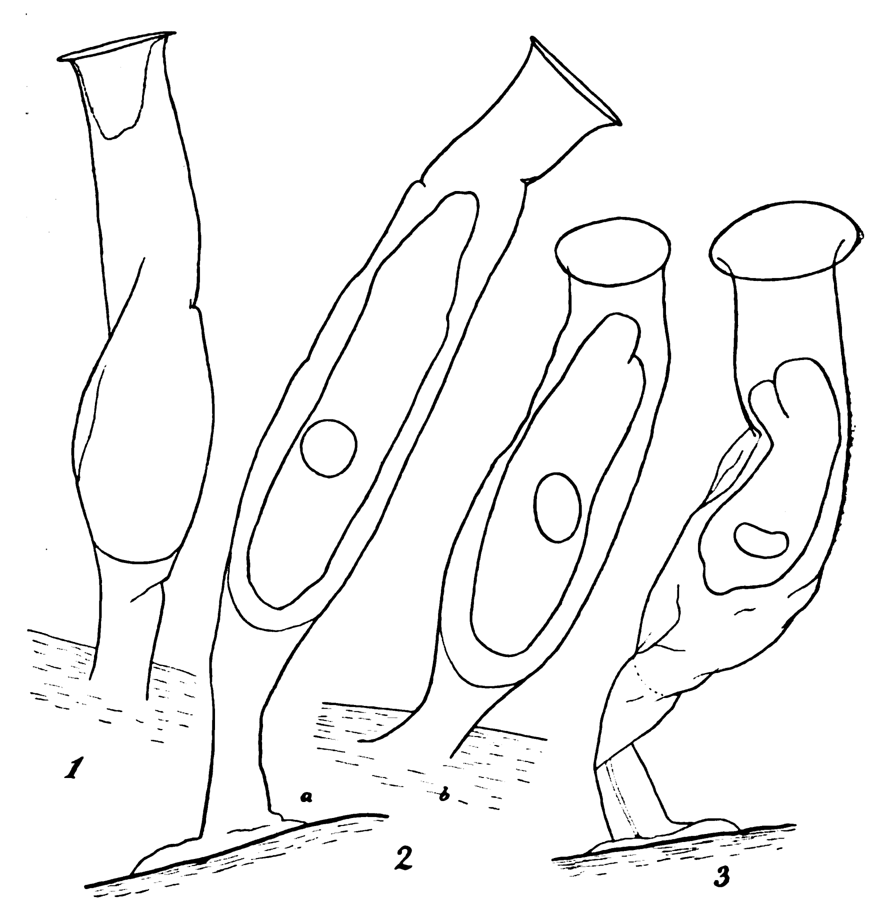


Fig. F. *Folliculina melitta* LAACKM. (Vergr. × 250.) Variationsverhältnisse aus Ramfjord bei Tromsö. (2b dasselbe wie 2a, ein wenig von oben gesehen.)

Die Befestigung der Hülse am Boden ist mittels einer verkittenden Substanz ganz wie bei den übrigen Folliculinen; bei dieser ist aber der Boden des Wohnraumes ein wenig erhoben, so daß

Digitized by Google

eine diaphragmaähnliche Figur herauskommt. Das „Diaphragma" ist immer zu erkennen; das Rohr aber, das bis zu der eigentlichen Basis des Tieres führt, war sehr undeutlich zu sehen. Bei einigen war der niedrigste Teil des „Sockels" flach über die Hydrotheke verbreitet (F 3 u. 2 a); ein wenig von oben gesehen (F 2 b — dieselbe wie 2 a) war indessen nichts von diesem ganz durchsichtigen Stoffe wahrzunehmen.

Den Schließapparat habe ich nicht gesehen, bei dem einen Exemplare war aber an der Mündung eine unregelmäßige Linie zu sehen (F 1), und wahrscheinlich ist diese der Rest eines solchen.

Von dem Weichkörper habe ich kein gutes Bild. Die beiden Trichterlappen waren zum Teil sehr hervortretend; die Längsstreifung des Ectoplasmas war aber nur sehr undeutlich. Der Kern ist ellipsoidisch bis nierenförmig und bei den hier erwähnten Individuen kleiner als bei den antarktischen.

F. melitta war in der Antarktis von der deutschen Südpolarexpedition 1901—1903 aus Tiefen von 3—400 m mitgebracht. Im nördlichen Norwegen tritt sie dagegen in ganz seichtem Wasser (ca. 20 m) auf.

In einer Probe, die mir Herr Inspektor Levinsen in Kjöbenhavn sandte, saßen 2 unvollständige Hülsen, die aus dänischen Wassern (Hellebäk) stammten; sie sind unter *F. melitta* zu rechnen. Bei Dröbak habe ich sie indessen nicht gefunden.

Das Tier hat jedoch ganz gewiß eine recht große Verbreitung, und hoffentlich wird die Zukunft noch mehr von der Verbreitung dieser interessanten Tiere bringen.

Aus dem, was wir gegenwärtig wissen, geht hervor, daß wir bei *F. melitta* vielleicht einer Bipolarität gegenüber stehen. Die Formen der beiden Kaltwasserregionen sind in Größe ein wenig verschieden, aber nicht so viel, daß man sie als verschiedene Arten scheiden kann — und wohl auch nicht spezielle Formgruppen; dazu ist ein größeres Material nötig.

Folliculina spirorbis Dons.

Von dieser Art habe ich zu meiner Beschreibung nicht viel hinzuzufügen; ich werde nur einige neue Lokalitäten erwähnen:

Melövär in der Nähe von Bjarkö (nördliches Norwegen) 10./9. 1899 aus ca. 50 m Tiefe (Rotalgenregion) gesammelt.

Akkerfjord in Hjelmsö ein wenig westlich vom Nordkap ca. 1./12. 1911 aus etwa 50—60 m Tiefe (Rotalgen).

Axelinsel in Bellsund (Spitzbergen) Juli 1910.

Digitized by Google

Bis jetzt ist also die *F. spirorbis* an folgenden Lokalitäten wahrgenommen: Dröbak — Tjeldsund — Bjarkö (mit Melövär) — Gisund — Tromsö — Nordkap — Belsund.

Das Vorkommen bei Spitzbergen ist von Interesse — und es wird sich wahrscheinlich mit der Zeit zeigen, daß auch diese (infolge der Natur der Folliculinen) eine sehr ausgedehnte Verbreitung hat — wenigstens auf der nördlichen Halbkugel.

* * *

Hier darf ich auch erwähnen, daß ich während meines Aufenthaltes in Trondhjem durch die Güte des Herrn BROCH das Hydroidmaterial der „Michal Sars“-Expedition 1910 auf Folliculinen durchsuchen konnte. Hauptsächlich besteht dies von Sargassoformen; ich fand aber keine einzige *Folliculina.* Dieses negative Resultat ist indessen auch ein Resultat, weil wir übrigens nichts von einem Vorkommen der Folliculinen in diesen warmen Wassern kennen; ich habe wenigstens keine Angaben gefunden. Nicht einmal die gewöhnliche *F. ampulla* war hier zu sehen.

Wenn sie also vorkommen, darf es nicht in den oberen Wasserschichten (z. B. in der Sargassoregion) sein, sondern in tieferen und kälteren Regionen.

Indessen sind sowohl *F. ampulla* als auch *F. melitta* — vielleicht auch andere Folliculinen — in den beiden Eismeeren zugegen. Es gibt also vielleicht mit Rücksicht auf die Verbreitung der Folliculinen eine Verbindung zwischen Arktis und Antarktis; wenigstens muß eine solche existiert haben, weil wir dieselben Arten (wenigstens zum Teil) in beiden Meeren wiederfinden, und sie dürfte daher in tieferem Wasser zu suchen sein. —

Ob die Folliculinen auch im ganzen Kosmopoliten sind, kann indessen nach den unvollständigen Angaben nicht entschieden werden.

Dezember 1911.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis.

1859. [1]) Claparède u. Laachmann: Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858/59.

1867. Stein, Fr.: Der Organismus der Infusionstiere. Bd. II. Leipzig 1867.

1887. Möbius, K.: Das Flaschentierchen. Abhandl. aus dem Gebiet d. Naturw., herausg. v. d. Naturw. Verein in Hamburg Bd. X. 1887.

1910. Laackmann, H.: Zur Kenntnis der heterotrichen Infusoriengattung Folliculina Lam. Deutsche Südpolar-Expedition 1901—03 Bd. XII. Zoologie IV.

1910. Dons, C.: Zoologiske notizer I. Bemerkn. om forveksling av Folliculina med Filellum. Tromsö Museums Aarshefter 31 & 32.

1911. Kramp, P.: Report on the Hydroids. Danmarksekspeditionen til Grönlands Nordöstkyst Bd. V nr. 7.

[1]) Mir nur durch Referate bekannt.

Tafelerklärung.

Tafel 5.

Fig. 1. Gruppe von einigen *Folliculina spirorbis* n. sp. und 2 *F. ampulla* (O. F. Müller). (Vergr. × 57.)

Fig. 2. *Folliculina spirorbis* n. sp. Totalbild. (Vergr. × 580.)

Fig. 3—5. Kernvariationen. (Vergr. × 580.)

Fig. 6. Hals. (Vergr. × 930.)

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Zwei neue, trichocystenartige Bildungen führende Flagellaten.

Von

A. Scherffel (Igló, Ungarn).

(Hierzu Tafel 6.)

I. *Monomastix opisthostigma* nov. gen., nov. spec., eine eingeißelige Polyblepharidee.

(Fig. 1—46 u. 59.)

Bereits im Herbste 1908 fielen mir in Proben, welche ich der näheren Umgebung der Villa Lersch ober Rokus, am Fuße der Hohen Tátra (Ungarn) entnommen hatte, einige chlorophyllgrüne Schwärmer auf, welche das Stigma typischerweise im Hinterende des Körpers führten. Die zur Beobachtung gelangten, wenigen Exemplare gestatteten damals nicht, sich über das Wesen dieser Schwärmer Klarheit zu verschaffen. Zwei Jahre später, im Herbste 1910, traten mir dieselben Schwärmer in Proben, welche einer ganz anderen Lokalität, nämlich den Moortümpeln in der Nähe des Hotel Móry (Csorbaer-See, Hohe Tatra, Ungarn) entstammten, abermals und in größerer Zahl vor die Augen. Jetzt konnte festgestellt werden, daß diese Schwärmer einen selbständigen Organismus repräsentieren und nicht in den Entwicklungskreis irgendeiner höheren Chlorophycee gehören. Den 1. Juli dieses Jahres besuchte ich abermals diesen letzteren Standort und in einer Probe erschienen alsbald kleine, ca. 2 mm im Durchmesser haltende, rundliche Gallertklümpchen von gelblich-grüner Färbung, welche der Lichtseite des zylindrischen Glasgefäßes ansaßen, sowie auch größere, frei flottie-

Digitized by Google

rende grüne Flocken, von denen ich anfangs (vor der mikroskopischen Prüfung) annahm, daß es sich hier um Massenentwicklung irgendeiner Desmidiacee handle. — Zu meiner Überraschung aber fand ich, daß diese grünen Gallertklümpchen nicht Ansammlungen von Desmidiaceen waren, sondern Kolonien unseres hochinteressanten Schwärmer-Organismus. — Nun hieß es die Gunst des Augenblickes wahrnehmen, und wenn es trotzdem nicht gelang, auf alle der Beantwortung harrenden Fragen Auskunft zu erlangen und ein einigermaßen vollständiges Bild seines Lebens zu gewinnen, so finde ich das bisher Ermittelte dennoch bedeutungsvoll und interessant genug, um nunmehr veröffentlicht zu werden.

Zumeist findet man die Schwärmer einzeln, frei, mit eigenartig wackelnder Bewegung herumschwimmend, wobei das begeißelte Ende vorangeht und um die ideale Bewegungsachse eine Spirale beschreibt. Eine ähnliche Spirallinie, jedoch bedeutend kleineren Umfangs, beschreibt das Hinterende. Nicht selten führt der Schwärmer sich überschlagende Bewegungen aus, verlangsamt und beschleunigt sein Tempo und macht bereits durch die Art und Weise seiner Bewegungen den Eindruck eines selbständigen Organismus. Nicht minder häufig finden sich vollkommen ruhig daliegende Schwärmer, die jeden Augenblick, insbesondere auf irgendeinen Reiz, die Bewegung ohne weiteres aufnehmen können.

Form und Größe der Zellen schwankt innerhalb nicht unbedeutender Grenzen. Die typische Form ist die gestreckt-oblonge, zylindrische oder etwas birnförmige, wobei die Längsachse zumeist ca. 3mal den Breitendurchmesser übertrifft (Taf. 6 Fig. 1, 2, 4, 5, 12, 14). Die größeren Zellen sind bis 22 μ lang und 4—8 μ breit. Es finden sich aber daneben auch solche von auffallend geringer Größe, die nur 6—8 μ lang und 3 μ breit sind (Taf. 6 Fig. 15, 16, 19). Außer den typisch gestreckt-oblongen kommen im hinteren Teil etwas bedeutender angeschwollene, also birnförmige vor. Die Anschwellung ist entweder beiderseitig gleich, symmetrisch (Taf. 6 Fig. 5, 10) oder mehr einseitig und die Zelle zeigt dann entschieden asymmetrischen Umriß (Taf. 6 Fig. 6, 7, 11, 17). Auch findet man nicht selten Individuen, die bei verkürzter Längsachse und größerer Breite eiförmigen oder breitovalen Umriß erhalten (Taf. 6 Fig. 3, 8, 9). An diese schließen sich die oben erwähnten kleinen Zellen von zylindrisch-ovaler Gestalt an. Zudem ist der Zellkörper wenigstens bei den mehr zylindrisch gestreckten Formen der Schwärmer, ähnlich denjenigen der Cryptomonaden, etwas, aber deutlich abgeplattet, sein Querschnitt nicht stielrund. Nicht selten ist er ferner

Digitized by Google

nicht gerade, sondern in der Längsachse schwach bogig gekrümmt (Taf. 6 Fig. 17, 18).

Eine distinkte Zellmembran ist nicht vorhanden. Bei Zusatz von konzentriertem Chloralhydrat (zu vorher mit Chlorzinkjod oder Jodjodkalium behandelten Zellen) tritt ein Zerfließen der Zelle ein, genau so, wie dies bei den Schwärmern von *Cryptomonas* (unter denselben Bedingungen) der Fall ist. Bei Behandlung mit Jodjodkalium (Taf. 6 Fig. 20, 21) oder Chlorzinkjod schrumpft der Plasmakörper mehr oder minder stark, wobei er eine mehr oder minder unregelmäßige, buckelige Form erhält. Gerade ob dieses Umstandes müßte nun eine etwa vorhandene Membran um so mehr sichtbar werden. Dies ist jedoch nicht der Fall. Auf Chloralhydratzusatz treten dann nicht selten die Pyrenoide aus dem Zelleib teilweise h i n a u s, über dessen Oberfläche hervor (Taf. 6 Fig. 22), was bei dem Vorhandensein einer Membran natürlich unmöglich wäre. Endlich spricht das Austreten der Schleimtrichocysten (davon später) aus dem Innern der Zelle — an deren Hinterende — entschieden gegen das Vorhandensein einer Membran. Die Zelle ist also eigentlich n a c k t, und diese Tatsache läßt auch die große Variabilität in der Form der Schwärmer leichter erklärbar erscheinen. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, daß beim explosionsartigen Zerfließen der Zelle, welches manchmal ohne erkennbare Ursache, während der Beobachtung im ursprünglichen Wasser eintritt, eine zarte, schalenartige, ei-kegelförmige, mit weiter Mündung geöffnete Hülle in die Erscheinung tritt. Ganz dieselbe Hülle tritt auch in manchen Fällen bei der Behandlung mit verdünnten, wässerigen Farbstofflösungen, wie Naphthylenblau, Neutralrot, hervor (Fig. 25), wenn die Zellen zerfließen, explodieren und nimmt alsdann einen entsprechenden, zarten Farbenton an. Diese auf diese Weise hervortretende, p a r t i e l l e Hülle kann aber dennoch nicht für eine persistente Membran erklärt werden; sie dürfte vielmehr nur eine resistentere, periphere Schicht des Plasmaleibes, eine Pellicula darstellen.

Das Vorderende erscheint zumeist stumpfgerundet, in der Tat ist es aber öfters etwas schräg abgestutzt (Fig. 3, 6, 10, 11, 14) und dann entspringt dieser Abstutzung, aus einer minimalen grübchenförmigen Einsenkung (Taf. 6 Fig. 13) die e i n z i g e, stets vorhandene Geißel, welche ca. $1^1/_3$ körperlang, während der Schwimmbewegung des Schwärmers nach vorne, in dessen Ruhelage aber nach hinten gerichtet ist und dann dem Körper mehr oder weniger dicht, seitlich anliegt oder nach rückwärts schief absteht (Taf. 6 Fig. 1). — Die Geißel entspringt also nicht immer an der Spitze

Digitized by Google

des Vorderendes, sondern recht oft etwas unterhalb derselben. Nahe der Geißelbasis ist eine kontraktile Vacuole von ziemlicher Größe deutlich sichtbar. Es ist möglich, daß nicht nur eine, sondern auch ihrer zwei vorhanden sind, doch konnte ich leider hierüber nicht ganz ins klare kommen. Sicher jedoch ist es, daß die jeweils deutlich sichtbare, kreisrunde kontraktile Vacuole, durch Zusammenfließen mehrerer kleinerer entsteht, hier also eigentlich ein Vacuolensystem in Wirksamkeit steht.

In der vorderen Körperhälfte befindet sich auch der im Leben nicht sichtbare Zellkern, der aber in günstigen Fällen nach Behandlung mit Jodjodkalium genügend deutlich in die Erscheinung tritt. Der Zellkern ist länglich, der Längsachse der Zelle entsprechend gestreckt, $4 = 2\,\mu$ im Durchmesser, und das runde ca. $1{,}5\,\mu$ im Durchmesser haltende Kernkörperchen ist ganz schön zu sehen (Fig. 20 n).

Liegt die Zelle auf einer der breiteren Flächen, so erscheint das parietale, rein chlorophyllgrüne Chromatophor in Form zweier, einander gegenüberliegender, an ihren beiden Seiten der ganzen Länge nach herablaufender grüner Streifen, welche in der Mittellinie der Zelle einen farblosen Raum zwischen sich frei lassen, der in halber Höhe resp. Länge der Zelle, wo in höchst auffälliger Weise zwei wohlausgebildete, stärkeumhüllte Pyrenoide einander mehr oder minder genau diametral gegenüberliegen, am schmälsten ist, und der sich von da aus sowohl nach dem Vorder- als auch nach dem Hinterende der Zelle zu keilförmig verbreitert (Fig. 1, 7, 12). Demnach scheinen vorherrschend zwei seitliche, einander gegenüberliegende Chromatophoren vorhanden zu sein. Nichtsdestoweniger erscheinen größere Zellen bis auf einen mehr oder weniger tief reichenden Ausschnitt, an gegenüberliegenden Seiten des Vorderendes, gleichmäßig grün gefärbt (Fig. 2, 3, 4, 11), was auch für das Vorkommen eines einheitlichen, schalenförmigen Chromatophors sprechen würde.

Die Zahl der Pyrenoide erscheint bisweilen auf drei vermehrt (Fig. 8); die aber alle annähernd in gleicher Höhe liegen. In sehr seltenen Fällen fehlen die Pyrenoide gänzlich, was aber einen durchaus abnormen Fall darzustellen scheint.

Außer den Pyrenoiden enthält das Chromatophor in seiner ganzen Ausdehnung mehr oder weniger gröbere und zahlreiche, körnige Einschlüsse, welche sich nach vorhergegangener Jodimprägnation bei Behandlung mit konzentrierter Chloralhydratlösung als Stärkeeinschlüsse erweisen.

Digitized by Google

Hinter den Pyrenoiden, bereits in der hinteren Körperhälfte befindet sich parietal liegend ein schönes rotbraunes Stigma (Fig. 2, 3), das recht häufig noch weiter nach rückwärts, ja sogar öfters in die äußerste Spitze des stumpfen, halbkugelig gerundeten Hinterendes gelagert erscheint (Fig. 9, 12, 15). Bisweilen sind zwei voneinander entfernt liegende Stigmen vorhanden, welche entweder in gleicher Höhe, etwa $^1/_4$ des Zellumfanges auseinanderliegen, oder eines befindet sich am normalen Ort, hinter den Pyrenoiden, das andere im äußersten Hinterende. Solche Fälle stehen jedoch nicht etwa mit der Teilung im Zusammenhange, sondern stellen Beispiele dar, wo die Zelle, abweichend von der Norm, mehrere Stigmen führt (Scherffel 1907, p. 229). Interessant ist auch jener Fall, wo in dem pseudopodiumartig ausgezogenen Hinterende eines Schwärmers eine aus 3 Stigmen bestehende Stigmengruppe vorhanden war (Fig. 38). In einer zur Teilung sich anschickenden Zelle erschien das Stigma auf vier Stigmen vermehrt (Fig. 39).

Im Innern der hinteren Körperhälfte bemerkt man in den meisten Fällen mehr oder weniger zahlreiche, gerade, stäbchenförmige, farblose, ziemlich stark lichtbrechende, kristallähnliche Einschlüsse von 2, meist 4, ja bis 6 μ Länge und ca. 1 μ Dicke, mit parallelen Seiten und abgestutzt-gerundeten Enden, die in der Längsachse der Zelle vorherrschend parallel zueinander gelagert, und wenn sie in größerer Anzahl vorhanden sind, ein Stäbchenbündel bilden, welches dem hinteren Körperende längsstreifige Struktur verleiht (Fig 1—15). Einige dieser Stäbchen nehmen nicht selten auch schiefe, doch nie quere Lagen ein, oder überragen die übrigen, und stören somit die meist regelmäßige Anordnung. Ja in manchen Fällen trifft man eines oder einige wenige solcher Stäbchen auch in der vorderen Körperhälfte liegend an (Fig. 9, 10, 12, 14). Diese Stäbchen sind in ihrer Masse nicht homogen, sondern es sind dies vielmehr dickwandige Hohlcylinder mit einem engen, weniger dichten zentralen Teil, so daß sie im optischen Längsschnitt aus Paaren zweier dicht nebeneinander liegender, hellglänzender, gleichlanger Stäbchen zu bestehen scheinen (Fig. 59 a), was insbesondere bei schiefer Beleuchtung deutlich in die Erscheinung tritt. Im optischen Querschnitt erscheint alsdann, ebenso wie bei hoher Einstellung, im Zentrum ein dunkler, punktförmiger Schatten, der von einem hellglänzenden, dicken Ring umgeben ist (Fig. 59 c). Im polarisierten Licht, zwischen gekreuzten Nicols ändern sie bei Einschaltung eines Gipsplättchens (Rot I) die Interferenzfarbe deutlich; sie sind demnach doppeltbrechend.

Digitized by Google

Die ganze Eigenartigkeit dieser Einschlüsse in rein chlorophyllgrünen Schwärmzellen und die Frage nach der Natur derselben erregte mein lebhaftes Interesse. Daß es sich hier um auf animalische Weise inkorporierte Bakterienstäbchen handeln könne, erschien mir vom ersten Augenblick an ausgeschlossen, um so mehr, da bisher die animalische Nahrungsaufnahme bei chlorophyllgrüne Chromatophoren führenden Flagellaten, in guter Übereinstimmung mit den nächstverwandten bunten Cryptomonaden, und im auffallenden Gegensatz zu den braunen Chrysomonaden, gänzlich unbekannt ist und mir die nachweisbare Doppelbrechung, bedeutendere Lichtbrechung und die innere Differenzierung dieser Stäbchen, entschieden gegen die Bakteriennatur dieser Gebilde sprach. Ich dachte nun an Kristalle oder Kristalloide. Zu meiner nicht geringen Überraschung aber fand ich, daß sie auf Zusatz von wässeriger Jodjodkaliumlösung aus sämtlichen Zellen verschwunden waren. Ich stutzte. Bei genauer Durchsicht des Präparates aber fand ich an einer Stelle, wo offenbar sehr günstige Umstände bei der Einwirkung des Reagens geherrscht haben mochten, Zellen, an deren Hinterende ein ganzes Büschel, gequollen aussehender, sehr schwach lichtbrechender und etwas glänzender, durch das Jod nur ganz schwach gelblich gefärbter, wurstförmiger Anhänge hing (Fig. 20, 21). Nun ward mir aber des Rätsels Lösung! Diese Anhänge waren nämlich nichts anderes, als die früher im Innern der Zelle liegenden, kristallähnlichen Stäbchen. Bei der Einwirkung des Reagens waren sie aus den Zellen ausgestoßen worden, und in diesen günstigen Fällen, nur mäßig gequollen, noch am Hinterende der Zelle hängen geblieben. Die volle Analogie mit den Trichocysten der Infusorien, derjenigen von *Raphidomonas* und den ausschleuderbaren trichocystenartigen Gebilden mancher Peridineen, trat mir sofort lebhaft vor die Seele.

An besonders gut fixierten Zellen treten nach der Jodjodkaliumbehandlung (wobei es sich empfiehlt, zwecks möglichst rascher und energischer Einwirkung des Reagens, dieses den möglichst kleinen, das Material enthaltenden Wassertropfen vor dem Auflegen des Deckglases zuzusetzen) an dem braungefärbten Plasmaleib die Durchtrittsstellen der Stäbchen als runde Löcher von ca. 1 μ Durchmesser in die Erscheinung, so daß das Hinterende des Schwärmers einem Siebe nicht unähnlich sieht (Fig. 23).

Die ausgestoßenen Fäden sind infolge ihrer vom Medium wenig differierenden Lichtbrechung sehr schwer zu bemerken, leicht zu übersehen, ja in der Tat am Hinterende der Zellen oft nicht vorhanden. Wird nun zu dem Jodjodkaliumpräparat am Rande des

Digitized by Google

Deckglases konzentrierte Chloralhydratlösung hinzugefügt, so treten oft auch an solchen Zellen, an deren Hinterende man vorher keine Ausscheidungen bemerken konnte, mannigfach verbogene und miteinander verschlungene, mehr oder minder lange Fäden in die Erscheinung, die in ihrer Gesamtheit ein wahrhaftiges Konvolut darstellen, welches dem Fadenknäuel eines großen Zellkerns mit seinen Chromatinschleifen recht ähnlich sieht (wie etwa in der Fig. 36 bei FLEMMING 1882, Taf. 3a, die ganz gut eine diesbezügliche Abbildung zu ersetzen vermag). Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, daß im conc. Chloralhydrat diese ausgestoßenen Fäden nicht zerstört werden, sondern an Dichte und Lichtbrechung gewinnen, demnach erst jetzt hervortreten. Setzt man hierauf noch verdünntes wässeriges Neutralrot hinzu, so färben sich diese Fäden sofort intensiv rot, so daß man prachtvolle und instruktive Bilder erhält.

Etwas anders und sehr lehrreich ist die Wirkung von Chlorzinkjod, wenn man dieses dem noch unbedeckten Tropfen hinzufügt. Der Körper der Schwärmer bleibt gestaltlich ziemlich gut erhalten. Am Hinterende der Zelle findet man die Stäbchen mehr oder weniger vollständig herausgetreten, aber nicht zu Fäden ausgezogen. Sie erscheinen vollkommen farblos, zwar etwas gequollen, doch gestaltlich unverändert, 6—8 μ lang und 1,5 μ dick, ferner völlig homogen (Fig. 22, 59d). Wird nachher am Deckglasrand konzentrierte Chloralhydratlösung zugesetzt, so bleiben die Stäbchen nach wie vor unverändert und treten wunderbar scharf hervor. Später werden sie völlig freigelegt, weil der Plasmaleib der Zelle allmählich ganz verquillt resp. gelöst wird. Nun sieht man deutlich, daß die Zahl der Stäbchen in einer Zelle oft recht ansehnlich sein kann, daß oft mehr als 10, ja vielleicht auch 20 vorhanden sind. Eine sichere Zählung ist leider wegen ihrer gedrängten Über- und Nebeneinanderlagerung nicht gut ausführbar.

Rutheniumrot (Rutheniumsesquichlorid) in wässeriger Lösung färbt die ausgetretenen, d. h. austretenden Trichocystenstäbchen momentan, höchst intensiv, leuchtend karminrot. Die Lösung dieses Farbstoffes ist allem Anschein nach für die Zellen nicht besonders giftig. Die Stäbchen werden nicht aus allen Zellen, die zunächst unaffiziert weiter leben, sofort ausgestoßen, und färben sich nur dann, wenn der Farbstoff mit ihnen in unmittelbare Berührung kommt (Fig. 37 bei a). Es erfordert einige Zeit bis der Farbstoff auch in die Zelle eindringt und dann färben sich die Trichocystenstäbchen auch innerhalb der Zelle (ohne ausgestoßen zu werden) in intensivster Weise. Man erhält so prachtvolle, intracelluläre Trichocysten-

Digitized by Google

färbungen, die auch konserviert und aufgehoben werden können, während der übrige Teil der Zelle leider allmählich völlig desorganisiert wird.

Wenig giftig wirkt auch wässerige, mäßig verdünnte Neutralrotlösung, wenn sie auch im höheren Maße als Rutheniumrot ein sofortiges Ausschleudern der Trichocystenstäbchen, und viel rascher die Desorganisation der Zellen herbeiführt. Immerhin läßt sich noch recht häufig die intracelluläre Speicherung des Farbstoffes durch die Stäbchen deutlich beobachten. Daß die ausgestoßenen Trichocysten resp. die Fäden diesen Farbstoff momentan und in intensivster Weise speichern, sich rot färben, wurde bereits früher (p. 100) erwähnt.

Bei Zusatz von wässeriger, nicht zu konzentrierter Lösung von Methylenblau, Methylgrün, Naphthylenblau gelingt es hingegen nur ganz ausnahmsweise einzelne Trichocystenstäbchen im Innern der mehr oder minder völlig desorganisierten Zellen zu beobachten (Fig. 35). Auf Zusatz dieser Farbstofflösungen erfolgt allem Anschein nach momentan Ausstoßung nahezu sämtlicher Trichocystenstäbchen aller Zellen und rasche Desorganisation des Zelleibes. Das Beobachten des normalen Ausstoßungsvorganges ist leider nahezu unmöglich, weil selbst die in der wenig konsistenten Gallerte ruhig daliegenden Schwärmer bei der ersten Einwirkung des Farbstoffes oder Reagens in einen Reizzustand versetzt werden, in eine blitzartige, hin und her springende, schießende Bewegung geraten.[1]) Die ganze, im Gesichtsfeld befindliche Schwärmergesellschaft stiebt momentan auseinander, so daß eine jegliche Beobachtung hierdurch vereitelt wird. Nur bei Anwendung verdünnten Methylenblaus, das in größerer Verdünnung weniger giftig wirkt, lassen sich wohl geschwächte, aber noch lebende oder absterbende Zellen finden, an denen dieser Vorgang mit verminderter Energie erfolgt, mit einer der Beobachtung zugänglichen Langsamkeit vor sich geht, und an denen die

---

[1]) Ganz genau dieselbe Erscheinung, die Fluchtreaktion, zeigen in vollkommen gleicher Weise die nächstverwandten Cryptomonaden. Auf Wirkung eines Reagens schnellen auch sie (auch ruhende Zellen) mit einem schießenden Sprunge davon. Sehr bemerkenswert aber ist es, daß, während bei der normalen Schwimmbewegung das vordere, begeißelte Ende (sowohl bei *Monomastix* als auch bei den Cryptomonaden) vorangeht, bei dieser schnellenden Fluchtreaktion, die eigentlich ein Zurückprallen darstellt, das Hinterende das vorangehende ist und die Geißeln anscheinend völlig passiv nachgezogen werden. Ja, diese zuckenden Sprünge vollziehen sich bei Cryptomonaden auch noch an Zellen, die bereits ihre Geißeln abgestoßen haben (vgl. auch ÚLEHLA 1911, p. 290) und bereits teilweise desorganisiert, vacuolisiert erscheinen.


Digitized by Google

Ausstoßung aller Trichocystenstäbchen auch nicht auf einmal erfolgt. Erst nach längerer Einwirkung einer solchen Farbstofflösung tritt in günstigen Fällen sukzessive, einzelweise Ausstoßung (bis zur vollständigen Entleerung der Zelle an Trichocystenstäbchen) ein. Man kann sehen, wie das Stäbchen langsam aus dem Hinterende der Zelle hervortritt. Das ausgetretene Ende desselben quillt sofort, wird dicker und speichert momentan den Farbstoff, sich in dem nur ganz blaßblau erscheinenden Medium, tief violettblau färbend. Dann schlüpft es ganz heraus, wird noch mit gewisser Kraft auf geringe Distanz hinausgestoßen und stellt nun einen bedeutend dickeren, unregelmäßig verbogenen und längeren Faden (Fig. 36) dar, der bisweilen unter den Augen des Beobachters zu einem unregelmäßigen, tropfenartigen, tiefgefärbten Klumpen zusammenfließt. Wie schon die mannigfachen Krümmungen und Verschlingungen der ausgestoßenen Fäden dartun, beweist dies Zusammenfließen es unwiderleglich, daß wir es hier mit einer Substanz von fest-weicher, zähflüssiger, fadenziehender Konsistenz zu tun haben.

Recht häufig findet man hingegen bei Anwendung von weniger verdünntem Methylenblau tote Zellen (alle mehr oder weniger desorganisiert), denen mehr oder minder zahlreiche, verschieden lange und mannigfach verbogene, tief violettblau gefärbte Stäbchen und Fäden (Fig. 36), rosettenartige Gruppen oder ganze Konvolute solcher anhaften, welch letztere ganz den Eindruck machen, als würde eine zähflüssige, rasch erstarrende Masse hervorgespritzt worden sein; etwa, als wenn der Faden auf 230° C erhitzten, geschmolzenen Schwefels im kalten Wasser rasch zum Erstarren gebracht wird. Es sind dies die von der Zelle ausgestoßenen, durch den Farbstoff intensiv gefärbten Trichocysten (Fig. 26). Im Präparat aber findet man allerorten, verstreut (ohne Zellen), homogene, intensiv tingierte, fadenförmige Gebilde, die meist an einem Ende eine kopf- oder keulenförmige Verdickung besitzen und in ihrem Verlauf wellige Biegungen und winkelige Brechungen zeigen (Fig. 29, 32, 33, 34); dann auch ähnliche Fadenrosetten (Fig. 27, 28) nebst kürzeren Fäden (Fig. 31), ja wenig veränderte Stäbchen (Fig. 30), wie sie auch den Zellen unserer *Monomastix* anhaften. Alle diese Gebilde, die vordem im Präparat nicht vorhanden waren und nun infolge ihrer intensiven Färbung eine auffällige, nicht zu übersehende Erscheinung darstellen, sind gleichfalls nichts anderes, als die von den *Monomastix*-Schwärmern auf die Farbstoffwirkung hin ausgestoßenen Trichocysten. Wie es zur Bildung dieser lang-

Digitized by Google

gestreckten, isolierten Fäden (Fig. 29, 32, 33, 34) kommt, läßt sich leicht vorstellen, dürfte jedoch sehr schwer zu beobachten sein. Mit dem Eintreten des Reizes stoßen die Schwärmer allenthalben ihre Trichocystenstäbchen aus, die, wie wir es nun wissen, eine fest-weiche zähe, fadenziehende Masse darstellen, die wahrscheinlich auch klebrig ist. Der Schwärmer führt aber dabei jene, vordem geschilderten, blitzartigen, schießenden Sprünge aus. Das distale Ende des austretenden Trichocystenstäbchens klebt nun einem Substrat (der Glasfläche des Objektträgers oder des Deckgläschens) an und die weiche Substanz wird durch die ungestüme Fluchtbewegung des Schwärmers natürlicherweise zu einem langen, dünnen Faden ausgezogen, der endlich vom fortschießenden Schwärmerkörper abreißt. Die kopfförmige Verdickung solcher Trichocystenschleimfäden befindet sich, wie es aus Fig. 24 (Alaunwirkung) deutlich hervorgeht, am distalen (anklebenden?) Ende des Fadens, während das spitze, verdünnte, schwanzartige Ende, sein proximales (abgerissenes) darstellt.

Wesentlich ganz gleiche Bilder erhält man bei Anwendung wässeriger Lösungen von Methylgrün, Naphthylenblau und Neutralrot, die alle, von den soeben geschilderten ausgestoßenen Trichocysten, sofort in intensiver Weise gespeichert werden. All die Stäbchen, spermienförmigen Fäden, Rosetten, Fadenknäuel erscheinen bei Anwendung von Methylgrün rein dunkelblau, von Naphthylenblau tief (schwarz-) violett, von Neutralrot leuchtend rot gefärbt.

Ausstoßung der Trichocystenstäbchen, bei völliger Desorganisation des Zelleibes bewirken auch wässerige Lösungen von Congorot, Corallin (wasserlöslich); aber diese Farbstoffe färben die ausgeworfenen Trichocysten nicht. Man sieht demzufolge weder innerhalb noch außerhalb der desorganisierten Zelle auch nicht eine Spur dieser Gebilde; sie erscheinen vollständig verschwunden; indem sie sich nun (ungefärbt) wahrscheinlich der Beobachtung entziehen.

Auf Zusatz von mäßig konzentrierter Kalilauge an den Rand des Deckglases verquellen die Stäbchen lebender Schwärmer vollständig.

Nach Alkoholzusatz findet man in der Regel innerhalb des Schwärmerkörpers keine Stäbchen. Immerhin lassen sich Exemplare finden, wo sie teils halb ausgetreten, teils noch im Innern der Zelle anzutreffen sind. Nachheriger Zusatz von verdünnter, wässeriger Eosinlösung bewirkt keinerlei Färbung, wo hingegen sich die Kerne der Pyrenoide schön rosenrot tingieren. Der negative Ausfall der Eosinfärbung spricht dafür, daß sie keine eiweißhaltigen Gebilde sind.

Digitized by Google

Mit Bleiacetat, Alaun lassen sich diese Trichocystenstäbchen gewissermaßen fixieren. Während die gesättigte wässerige Lösung von Bleiacetat die Stäbchen in situ, unverändert, innerhalb des formell leidlich erhalten bleibenden Zelleibes konserviert, findet man nach Anwendung von gewöhnlichem Kalialaun die Stäbchen mehr oder minder ausgetreten, dem Hinterende der Zelle anhaftend, ja zum Teil auch in längere Fäden ausgezogen (Fig. 24).

Zieht man nun in Betracht, daß diese intracellulären, auf Einwirkung chemischer Reize ausgestoßenen Stäbchen eine zu dickeren und längeren Fäden aufquellende, fest-weiche, zähe, fadenziehende Substanz sind, die in verdünnter Kalilauge vollständig verquillt, durch Bleiacetat, Alaun, Chlorzinkjod gewissermaßen fixiert wird, daß sie Rutheniumrot, Methylenblau, Naphthylenblau, Methylgrün, Neutralrot überaus leicht und sehr intensiv speichert, während sie in Chlorzinkjod, Corallin, Congorot durchaus ungefärbt bleibt, so glaube ich einige Berechtigung zu dem Ausspruch zu besitzen, daß die Substanz der Trichocystenstäbchen hier wahrscheinlich ein Schleim, und zwar ein Pectoseschleim ist (vgl. Strasburger 1902, p. 596).[1])

Der klare Beweis hierfür, daß die, selbst formlose, gallertige Kolonien bildenden Schwärmer einen selbständigen Organismus repräsentieren und nicht bloß Entwicklungsstadien irgendeiner höheren Alge sind, wird durch die mehrfach beobachtete Tatsache erbracht, daß sie sich durch Teilung vermehren. Zudem ist hier die Teilung eine Längsteilung, wie sie für die Flagellaten charakteristisch ist.

Die Teilung hebt mit einer beträchtlichen Verbreiterung jenes Endes der Zelle an, an dem die Durchschnürung beginnt (Fig. 39,

[1]) In bezug auf die metachromatische Färbung durch Methylenblau (violettblau, was übrigens für die Pectinverbindungen charakteristisch ist, siehe Strasburger 1902, p. 147) könnte man, zumal auch andere Reaktionen eine gewisse Ähnlichkeit mit Meyer's Volutin (Meyer 1904, p. 116—119) zeigen, auch an dieses denken, wenn es auch höchst unwahrscheinlich ist, daß es sich hier um solches handelt. Denn das Volutin kommt (nahezu ausnahmslos) in Form kugeliger Körper vor und zudem wird es nicht auf Zusatz von Reagentien aus der Zelle, unter Bildung solider, fadenförmiger Gebilde, ausgestoßen. Ob die Methylenblaufärbung der ausgestoßenen *Monomastix*-Trichocystenstäbchen auf Zusatz von 1proz. Schwefelsäure verschwindet oder nicht, was die ganze Frage auf einmal bestimmt entscheiden würde, kann ich nicht sagen, denn ich habe es leider seinerzeit vergessen, diese Prüfung vorzunehmen.

Mit Myelinbildungen haben unsere, bereits in der lebenden Zelle präformierten Körper, denen nach der Ausstoßung die für das Myelin charakteristische Eigenbewegung völlig mangelt, nichts zu tun.

Digitized by Google

42). Die Einschnürung erfolgt zumeist einseitig, kann aber sowohl am Vorder-, als auch am Hinterende beginnen und nach dem anderen Ende fortschreitend, die Zweiteilung des Körpers vollziehen (Fig. 39, 41, 42, 43). Seltener kommt der Fall vor, daß die Einschnürung an beiden Enden auftritt und nun beiderseits nach der Mitte zu fortschreitet (Fig. 40). Erfolgt die Durchschnürung vom Hinterende aus, so besitzt das Teilungsstadium am intakten Vorderende die ursprüngliche einzige Geißel der Mutterzelle (Fig. 42, 43), während im anderen Fall, wo die Durchschnürung am Vorderende begann, die beiden, hinten noch zusammenhängenden Tochterschwärmer bereits lange vor der gänzlichen Sonderung ihre eigenen Geißeln besitzen (Fig. 40, 41). Die Teilungsstadien sind also stets begeißelt und auch schwärmfähig, wenn auch die Zelle während der Teilung gewöhnlich ruht.

Wenn auch in der Regel durch die longitudinale Durchschnürung die Mutterzelle in zwei, annähernd gleichgroße Tochterschwärmer zerfällt, so fanden sich einige wenige Fälle, wo die beiden Teilsprößlinge der Größe nach eine bedeutende Ungleichheit aufwiesen, derart, daß hier die Teilung sozusagen das Bild einer Knospung gewährt, was bislang ein einzigartig dastehendes Vorkommnis bei den gefärbten Flagellaten ist. Die Anfangsstadien dieses letzterwähnten Falles sah ich leider nicht. Ich fand nur das Stadium, wo einer Schwärmzelle von normaler Größe am basalen Ende ein ganz kleiner Schwärmer ($8 = 4\ \mu$) mit seinem Hinterende anhaftete (Fig. 44a u. 37), d. h. die beiden Schwärmer befanden sich mit ihren Hinterenden im organischen Zusammenhang, in offener Kommunikation. Ich glaubte einen Geschlechtsakt, das Copulationsstadium eines Macro- mit einem Microgameten vor mir zu haben. Doch hierin wurde ich enttäuscht. Statt einer fortschreitenden Verschmelzung trat fortschreitende Sonderung der beiden, so ungleichgroßen Zellen ein (Fig. 44a, b, c). Es war dies also ein eigentümlicher Teilungsvorgang! Ob dieser ungleichen Teilung irgendeine besondere Bedeutung im Leben des Organismus zukommt, oder ob dieselbe vielleicht nur eine interessante Abnormität darstellt, kann nicht gesagt werden. Es ist jedoch nicht unmöglich, vielleicht auch wahrscheinlich, daß die inmitten unter den normalgroßen Schwärmern vorkommenden Schwärmer von auffallender Kleinheit ($6 = 3\ \mu$; $8 = 4\ \mu$) — wenigstens zum Teil — solche, durch die soeben erwähnte Teilungsart entstandene, pygmäenhafte Abkömmlinge derjenigen von normaler Größe sind.

Bei der Teilung des Schwärmers geht je ein Pyrenoid der

Digitized by Google

Mutterzelle auf die Tochter über, das zweite dürfte vielleicht, falls nicht recht ungleiche Pyrenoidteilung stattfindet, durch Neubildung entstehen, denn das neu aufgetretene zeichnet sich dem ererbten gegenüber durch geringere Größe aus. Vor oder während der Teilung wird auch das Stigma verdoppelt, und in der Regel erhalten die beiden Tochterzellen je eines (Fig. 42, 43). Nur in dem oben geschilderten Fall der knospungähnlichen Teilung (Fig. 44) gingen beide Stigmen in die kleine Zelle über, was vielleicht eine Abnormität darstellt. Von den Trichocystenstäbchen erben gewöhnlich beide Sprößlinge, wenn auch keineswegs zu gleichen Teilen.

Außer dem freischwimmenden Schwärmerstadium und den in ziemlich flüssiger Gallerte ruhig daliegenden, jedoch jeden Augenblick schwärmbereiten und schwärmfähigen Zellen, habe ich keinen anderen, insbesondere keinen Palmellazustand beobachtet.

Ich möchte es aber nicht unterlassen, auf runde, dickwandige Zellen von ca. 8 μ Durchmesser hinzuweisen, deren weißglänzende Membran zentrifugale, höcker-stachelförmige Verdickungen trägt, die durch scharfe Kämme miteinander verbunden sind, demnach seichte, uhrglasförmig vertiefte Netzmaschen umschließen (Fig. 46). Diese morgensternförmigen, netzig-stacheligen Zellen führen in ihrem genau kugeligen Lumen einen rein chlorophyllgrünen Inhalt, in welchem zumeist 2 Pyrenoide, manchmal auch ein größerer, kugeliger Öltropfen und ein rotes Stigma sichtbar sind (Fig. 45). Das Vorhandensein eines Stigmas beweist in klarer Weise, daß diese Dauerzellen, die ich in mäßiger Anzahl nur in Gesellschaft der Schwärmer von *Monomastix* sah, durch Encystierung von Schwärmern entstanden sind. Ich habe diese Dauerzellen stark im Verdacht, daß sie einen Dauerzustand unseres Organismus darstellen, wenn auch hierfür kein Beweis vorliegt.[1]) Ebensowenig ließ sich etwas beobachten, was für eine sexuelle Entstehung derselben durch Copulation von Schwärmern sprechen würde.

Die noch vorhandenen Lücken in der Kenntnis des Entwicklungsganges von *Monomastix* auszufüllen und noch vieles andere festzustellen, muß ferneren Untersuchungen anheimgestellt bleiben.

---

[1]) Dieser Beweis wäre auch erbracht, wenn sich im Innern der Cyste die für die Schwärmer unserer *Monomastix* so charakteristischen Trichocystenstäbchen beobachten ließen, was jedoch leider nie gelang. Aber auch in den Cysten der nahe verwandten *Cryptomonas* sind die wohlbekannten, dunklen, den „Schlund" der Schwärmer auskleidenden Körperchen, die, wie es später (p. 117 u. 118) ausgeführt werden soll, nichts anderes als Trichocysten sind, ebenfalls nicht mehr zu beobachten, sie sind verschwunden.

Digitized by Google

bis wieder einmal ein glücklicher Zufall dem Beobachter reichlicheres Material von dem meist nur sporadisch auftretenden schwärmenden Organismus in die Hände spielt. Mein heuriges, wenn auch günstiges und reichlicheres Material reichte aber eben nur hin, um das hier Mitgeteilte zu ermitteln.

Endlich mag es noch Erwähnung finden, daß sich inmitten unter den schön und mehr oder minder intensiv chlorophyllgrünen Schwärmern vereinzelt einige fanden, in denen das Chromatophor bei reichlichem Vorhandensein von Stromastärkekörnern derart ausgebleicht war, daß sie ganz farblos erschienen. Diese farblosen Individuen zeigten ebenfalls normale Schwärmbewegung, erschienen sonst nicht pathologisch affiziert. Es stellt dieses Vorkommnis eine schöne Parallele zu *Chlorogonium euchlorum* dar, wo — wie bekannt — ebenfalls neben gefärbten, farblose Individuen vorkommen (Klebs 1883, p. 340, Taf. 3 Fig. 16). Diese Erscheinung tut ferner dar, daß bei den grünen Volvocaceen die Neigung und Fähigkeit, apochlorotische Formen zu bilden, keineswegs überaus selten ist.

Nun möge hier noch die lateinische Diagnose unseres Organismus ihren Platz finden.

Monomastix opisthostigma n. g. n. sp.
(Fig. 1—46 et 59.)

Cellulis (zoosporis) libere natantibus vel colonias gelatinosas, parvas (macroscopicas) formantibus, de forma et magnitudine variis, oblongo-cylindraceis vel pyriformibus vel ovoïdeis, plerumque 3-plo longioribus quam latis (6—22 μ longis; 3—8 μ latis), symmetricis vel asymmetricis. Chromatophoris binis, parietalibus, viridibus, maximam partem cellulae obtegentibus, pyrenoida bina, opposita, in medio cellulae sita et granula amylacea numerosa includentibus. Polo antico hyalino, cilium singulum longitudinem corporis paulo superantem gerente. Ibidem vacuola contractilis singula. Stigmate rubro, distincto, in parte posteriore cellulae sito. Trichocystis bacilliformibus, 4 μ longis et circa 1 μ crassis, hyalinis, plus minusve numerosis, in parte posteriore cellulae longitudinaliter locatis.

Multiplicatio fit per divisionem longitudinalem zoosporum.

Cystis globosis, 8 μ diam, reticulatis, stellulaeformibus?

In acquis turfosis stagnantibus Tátrae (Hungariae) sociis Chlamydomonade grande Stein et Asterococco superbo (Cienk.) Scherff.

Nun gilt es, die Frage nach der systematischen Stellung dieses

Digitized by Google

Organismus, dessen Schwerpunkt des Lebens im beweglichen Zustand liegt, der also ein Flagellat ist, zu beantworten. Die rein chlorophyllgrüne Färbung, der Besitz eines Stigmas, das Vorhandensein typischer, stärkeumhüllter Pyrenoide, die Produktion von Stromastärke, zeigen ohne weiteres ganz klar, daß er zu den Volvocaceen im weitesten Sinne, zu den Phytomonadina Blochmann's gehört. Da er ferner keine persistente Membran besitzt und die nackte, im Schwärmerstadium durch Längsteilung sich teilende Zelle einen gewissen Grad von Formveränderlichkeit aufweist, was besonders beim Eintreten des Teilungsvorganges sehr deutlich in die Erscheinung tritt, so muß er der Familie der Polyblepharideae zugewiesen werden, jener Familie, die mit vollem Recht als die niedrigste Gruppe der Volvocaceen (Phytomonadina) angesehen wird. Bei den Polyblepharideen ist eine eingeißelige Form bislang unbekannt; unsere Form stellt daher ein höchst interessantes Novum dar. Die Eingeißeligkeit allein rechtfertigt somit die Aufstellung einer neuen Gattung, welche ich in bezug auf diese Eigenschaft *Monomastix* benannte. Eine andere Eigentümlichkeit unseres Organismus ist die Lage des Stigmas, welches sich sonst, bei Flagellaten und Algenschwärmern (mit wenigen Ausnahmen) im vorderen, bei der Bewegung vorangehenden Ende des Schwärmers, nahe zu der Geißelbasis befindet. Hier ist es aber stets in die hintere Körperhälfte versetzt und niemals liegt es im vorderen Teil des Schwärmers. Doch diese Eigenart in der Lage des Stigmas steht — wie soeben gesagt — nicht so ganz ohnegleichen da. Bei manchen Volvocineen (Chlamydomonaden) sehen wir das Stigma bisweilen bis zur Mitte des Körpers nach hinten gerückt. Bei einer anderen Polyblepharideae, bei *Pyramidomonas tetrarhynchus* Schmarda, erscheint es, ebenso wie bei *Monomastix*, bereits deutlich in die hintere Körperhälfte verlagert. Was aber bei dem *Monomastix*-Stigma besonders merkwürdig ist, ist der nicht seltene, aber bisher einzig dastehende Fall, daß das Stigma genau im Mittelpunkt des Hinterendes liegt, also den äußersten Punkt seiner Verlagerung nach hinten erreicht.[1])

[1]) Bekanntlich wird das Stigma der Algenschwärmer und Flagellaten mit der Lichtempfindlichkeit derselben in Beziehung gebracht, und manche Physiologen sehen in ihm ein Lichtreize percipirendes Organ, also in der Tat ein Auge, wofür ja manche Momente zu sprechen scheinen. Die Schwärmer unserer *Monomastix* sind aber in bezug auf diese Theorie — wie man sieht — ein recht unangenehmes Objekt. Trotzdem sind sie lichtempfindlich, wie es die ausschließliche Besiedelung der Lichtseite des Kulturgefäßes mit ihren gallertigen Kolonien deutlich bewies.

Digitized by Google

Nicht nur durch die soeben erwähnten und andere morphologische Eigenartigkeiten erscheint unsere *Monomastix* interessant und bemerkenswert, sondern sie besitzt auch ein nicht geringes phylogenetisches Interesse. Allgemein wird der Anschauung gehuldigt, daß die Volvocaceen (im weitesten Sinne), die Phytoflagellaten jenen Typus repräsentieren, aus welchem sich die Grünalgen, die Chlorophyceen mit ihren diversen Entwicklungsreihen und durch Vermittelung dieser die übrigen, höheren, grünen Pflanzen entwickelt haben. Unter den derzeit lebenden und bekannten Flagellatengruppen stehen die Cryptomonadineen den Phytoflagellaten — meiner Meinung nach — am nächsten, derart, daß ich (1900, p. 21 und 1901, p. 150) genetische Beziehungen zwischen denselben anzunehmen für möglich hielt. *Monomastix* erweist sich nun als eine Form, welche geeignet erscheint, die soeben erwähnte nähere Verwandtschaft der Cryptomonadina und den Phytoflagellata (Volvocaceen) in ein helleres Licht zu setzen, diese etwas besser zu begründen. Gleich den Cryptomonaden besitzt diese gewissermaßen primitive Polybepharidee ebenfalls keine Zellmembran. Der Zelleib der Cryptomonaden besitzt eine höchst charakteristische asymmetrische, dorsiventrale Gestalt, zu welcher sich dann die Abplattung des Körpers, mit dem schräg abgestutzten Vorderende, sowie der ganz eigenartige „Schlund“-Apparat gesellt. Wie ich bereits in der deskriptiven Behandlung auf p. 95 erwähnte, lassen sich vielfach *Monomastix*-Schwärmer beobachten, die nicht die sonst für die Volvocaceen-Schwärmer charakteristische, streng symmetrische Form zeigen, sondern durch bedeutendere Wölbung einer Seite und Abflachung, ja Einbiegung der entgegengesetzten, eine asymmetrische, man kann ruhig sagen dorsiventrale Körpergestalt erhalten. Das Vorderende der *Monomastix*-Schwärmer erscheint zwar nie derart deutlich schräg abgestutzt wie dasjenige der Cryptomonaden, sondern ist in der Regel gerundet. Aber die Geißel geht öfters nicht von der äußersten Spitze des Schwärmerkörpers ab, wie dies sonst bei den Volvocaceen der Fall ist, sondern sie ist etwas abwärts, seitlich inseriert und in einigen prononcierteren Fällen läßt sich genügend deutlich konstatieren, daß es sich hierbei eigentlich um eine wenig ausgeprägte und verschwommene schräge Abstutzung des Vorderendes handelt, deren Mitte die Geißel entspringt. Also auch hierin Anklänge an die Cryptomonaden! Der für die Cryptomonaden so überaus charakteristische „Schlund“ ist bei *Monomastix* nicht vorhanden, weshalb ja auch *Monomastix* den Volvocaceen (Phytoflagellaten) und nicht den Cryptomonadina zuzuzählen ist. Die Bildung von Stärke als

Digitized by Google

Assimilationsprodukt findet sich bei den Flagellaten nur bei den Cryptomonadina, den sich von diesen herleitenden Peridineen, sowie den Phytoflagellaten (Volvocaceen). Ein hervorstechender Charakter der Volvocaceenzelle ist ferner das mit Ausnahme wenig zahlreicher Fälle in Ein- oder Mehrzahl vorhandene, stärkeumhüllte Pyrenoid. Allein nur bei den Cryptomonaden läßt sich (von den wenigen Ausnahmen bei den übrigens stammesverwandten Dinoflagellaten abgesehen) unter den nicht rein grünen Flagellaten dieses Gebilde in mehreren Fällen mit Sicherheit konstatieren (vgl. auch Dangeard 1890 p. 51—55 und 1911 p. 449; ferner Scherffel 1900 p. 21 und 1901 p. 150), während bei den durchaus stärkefreien Chrysomonaden auch nicht in einem einzigen Falle bislang ein solches nachgewiesen werden konnte. Ich fand unter anderem, Ende April 1900, bei einer rein braunen, aber echten *Cryptomonas*, die sicherlich mit Pascher's *Cryptochrysis* identisch ist, daß der größere, in der Mitte der Zelle gelegene, rundliche, deutlich hervortretende, kernartige Körper ein typisches, stärkeumschaltes Pyrenoid ist, was bei Anwendung von Jodjodkalium und konzentriertem Chloralhydrat auf das schönste und deutlichste hervortritt. Deutliche, vollkommen einwandfreie Stärkereaktion geben hier ferner auch die übrigen Stärkekörnchen der Zelle. Auch Pascher zeichnet in seiner Abbildung (1911 p. 191 Fig. 1) diesen Körper ganz deutlich, leider ohne sich über die Natur und Bedeutung desselben zu äußern. Auch durch den Besitz von Trichocysten stimmt *Monomastix* mit den Cryptomonaden überein (doch darüber noch später; siehe p. 117 u. 118). Es weisen demnach die Trichocysten der Volvocacee *Monomastix*, diejenigen der Cryptomonaden, sowie endlich die schön ausgebildeten der *Raphidomonas* auf eine gemeinsame Wurzel dieser Flagellaten hin, so daß sie als nähere Verwandte betrachtet werden müssen, und es gestattet erscheint, phylogenetische Beziehungen derselben zueinander anzunehmen. *Cryptomonas*-artige Formen dürften es also gewesen sein, die den Mutterboden sowohl für die grüne Chlorophyceenreihe als auch für die braune Peridineen-Bacillariaceen-Reihe darstellten, welche Anschauung ich 1900 (p. 21) zum Ausdruck brachte, und die nun durch die Entdeckung von *Monomastix* einerseits, von *Protochrysis phaeophycearum* Pascher (1911 p. 192 Fig. 2) andererseits, in erfreulicher Weise noch mehr gefestigt wird.

Digitized by Google

II. *Pleuromastix bacillifera* n. g. n. sp., eine lateral begeifselte Chrysomonade. (Fig. 47—56 u. 60.)

Diese interessante und phylogenetisch hochwichtige Chrysomonade fand sich den 21. September dieses Jahres in denselben Moorlachen (in der Nähe des Hotel Móry), in denen auch die vordem geschilderte *Monomastix opisthostigma* lebt.

Der Körper des Schwärmers ist linsenförmig, abgeflacht, in der Richtung der verlagerten Längsachse stark zusammengedrückt, so daß infolgedessen die eigentliche Querachse zur scheinbaren Längsachse wird. Von der Breitseite gesehen bildet der Körperumriß ein Oval, dessen Länge die Breite zumeist zweimal übertrifft (10, 12, meist 14—16 μ lang und 8—10 μ breit ist), dessen Linie aber mehr oder minder beträchtliche Unregelmäßigkeiten zeigt, Störungen, Abweichungen erleidet. Insbesondere am vorderen, bei der Bewegung vorangehenden Ende erscheint in dieser Lage der Umriß geradlinig, einseitig, schief abgestutzt, so daß hierdurch der Körperumriß demjenigen ähnlich wird, wie ihn die Cryptomonaden zeigen (Fig. 47).[1])

Bisweilen kommt eine derartige schräge Abstutzung an beiden Enden der Zelle, jedoch an entgegengesetzten Seiten vor, so daß der Umriß ausgesprochen rhombisch wird (Fig. 48); oder die Zelle verbreitert sich gegen das Vorderende und der Umriß wird mehr oder minder eiförmig (Fig 49). Von der Seite gesehen erscheint die Abplattung der meist 8 μ dicken Zelle erst recht deutlich, so daß eine gleichmäßig und flach gewölbte Rückenseite und eine stärker gewölbte, hügelartig vorspringende Bauchseite, jedoch von ganz verschiedener Ausbildung, unterschieden werden muß (Fig. 50, 52, 53). An der vorderen Hälfte der Bauchseite fällt eine ausnahmslos vorhandene, steile, schiefe Abstutzung der Zelle auf, welche Abstutzung die ganze vordere Hälfte derselben betrifft. An diesem abgestutzten Teil der Bauchseite ist die Zelloberfläche nicht flach und eben, sondern es befindet sich hier eine flache grubenförmige, scharf umrandete, etwas schlundartige Einsenkung, aus deren unterstem Grunde, etwas über der Zellmitte, die einzige, etwas mehr als körperlange bis $1^1/_2$mal körperlange (16—20 μ lange) Geißel entspringt, die also hier entschieden lateral inseriert ist (Fig. 50, 52, 53). Auch in dieser Seitenansicht zeigt die Zelle nahezu *Cryptomonas*-Gestalt.

[1]) Zudem entspricht diese schräge Abstutzung morphologisch derjenigen des Vorderendes bei *Cryptomonas*. Die scheinbar verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen *Pleuromastix* und den Cryptomonaden sollen später ihre Erörterung finden.


Digitized by Google

Die furchen(schlund)-artige Aushöhlung am vorderen Teil der Bauchseite erscheint aber erst völlige deutlich, wenn die senkrecht stehende Zelle den optischen Querschnitt darbietet, der nierenförmig ist (Fig. 51).

Ebenfalls nahezu in die Mitte der Zelle gerückt, befindet sich an der Bauchseite in der Nähe der Geißelbasis, an der Kante des etwas scharfen Randes, welcher die schlundartige Grube umgrenzt, ein schönes, breit-ovales, nach dem Zellinnern uhrglasförmig gewölbtes, rötliches Stigma (Fig. 47—53).

In der vorderen Körperhälfte sind ferner zwei kontraktile Vacuolen vorhanden, von denen eine stets vor dem Stigma liegt, während die andere, etwas mehr nach hinten gerückt, sich jenseits der Geißelbasis, in unmittelbarer Nähe derselben befindet (Fig. 47 cv. 48, 49).

Es ist nur ein einziges, rein gelbbraunes, parietales Chromatophor vorhanden, das schalenartig gekrümmt, die ganze Rückenfläche auskleidet und mit umgebogenen Rändern auch etwas auf die Bauchseite übergreift, diese aber zum größeren Teil frei läßt. Demzufolge ist diese eigentlich farblos, erscheint aber infolge des Durchschimmerns der chromatophorbedeckten Rückenseite bedeutend heller, schwach gelbbräunlich gefärbt.

Der vom Chromatophor entblößte, der Länge nach ebenfalls sanft, furchenförmig vertiefte, hintere Teil der Bauchfläche (vom Stigma und der Geißelbasis nach rückwärts) ist an seiner ganzen Fläche ausgepflastert von senkrecht zur Oberfläche orientierten, palisadenartig, nicht sehr dicht nebeneinander stehenden, plumpen, 2—3 μ langen und 1—2 μ dicken Stäbchen, die gewöhnlich zu 4—6, in ca. 4—6 mehr oder minder deutlichen Längsreihen angeordnet, stehen. Ihre Zahl schwankt zumeist zwischen 9—30; doch können sie bisweilen gänzlich fehlen. Diese Stäbchen erscheinen im optischen Querschnitt (also in der Flächenansicht) als Kreise von dunklem Umriß mit heller Mitte (Fig. 47—49, 60 b) und springen, wie es die Seitenansicht der Zelle (Fig. 50, 52) deutlich zeigt, bis etwa zur Hälfte der Körperdicke ins Innere der Zelle vor, wo sie mit halbkugelig gerundetem Ende frei endigen (Fig. 50, 51, 60 a). Im optischen Längsschnitt (Fig. 50, 51, 60 a) zeigen sie ebenfalls eine dunkle Grenzschicht und ein helles Innere, sie sind also wahrscheinlich Hohlzylinder, deren Lumen mit wenig dichter Substanz erfüllt ist. Bei hoher Einstellung oder bei schiefer Beleuchtung erscheint im Zentrum des optischen Querschnittes ein dunkler, punktförmiger Schatten, der von einem dicken, hellglänzenden Ringe umgeben ist (Fig. 60 c). Doppelbrechung läßt sich an ihnen nicht erkennen.

Digitized by Google

Außer diesen Stäbchen, welche einen höchst auffälligen Bestandteil des Zelleibes bilden, sind keinerlei feste, geformte Zelleinschlüsse zu bemerken; insbesondere keine Stärkekörnchen, wie dies die helle, rein gelbbraune Färbung der Zelle mit Jodjodkalium und der völlig negative Ausfall der Stärkereaktion bei nachherigem Zusatz von konz. Chloralhydratlösung bestätigend zeigt. Im Hinterende finden sich jedoch bisweilen einige stark lichtbrechende, kleine Kügelchen annähernd gleicher Größe, die wahrscheinlich Fetttröpfchen sind (Fig. 50), oder (besonders längs der Rückenwand) Ansammlungen einer fettglänzenden, dichten Flüssigkeit, welche wahrscheinlich Leucosin ist (Fig. 521).

Den sicherlich vorhandenen Zellkern zu sehen gelang mir nicht; ich kann daher leider über seine Lage in der Zelle nichts aussagen.

Die Zelle ist nackt. Sie besitzt keine Membran, nur eine Pellicula; was durch bisweilen eintretende und wieder zurückgehende Gestaltveränderungen, durch die vor der Desorganisation eintretende Abkugelung und das völlige Zerfließen beim spontanen Eintritt oder Hervorrufen derselben durch Wirkung von Reagentien deutlich bewiesen wird.

Bei der Schwärmbewegung geht die stigmaführende Körperhälfte voran, wobei oft der Körper die ideale Bewegungsachse in einer Schraubenlinie umkreist. Die Schwärmer kreisen häufig an eng begrenzter Stelle und entfernen sich nicht allzuweit vom Orte, indem sie alsbald wieder zum Ausgangspunkt zurückkehren. Überhaupt sind sie sehr unstet in ihren Bewegungen, die, wohl infolge der lateralen Geißelinsertion, lebhaft an diejenigen der Peridineen erinnern. Auch Ruhepausen sind genügend häufig und anscheinend unter normalen Verhältnissen auch von längerer Dauer.

Die Vermehrung durch Teilung habe ich nicht gesehen. Hingegen kam ich auf Grund eines Fundes zu der Vermutung, daß die von mir beschriebenen und abgebildeten Cysten (1911, p. 334, Taf. 16 Fig. 39, 40) unbekannter Zugehörigkeit die Dauercysten dieser Chrysomonade sind.

Mit Berücksichtigung der voranstehenden ausführlicheren Schilderung würde sich die Diagnose dieses neuen Organismus etwa folgendermaßen geben lassen.

Pleuromastix bacillifera n. g. n. sp.
(Fig. 47—56, 60.)

Zoosporis ovalibus, applanatis, lentiformibus, 14—16 μ longis, 8—10 μ latis, dorsiventralibus; chromatophoro singulo, fulvo, parie-

tali, sine pyrenoido; stigmate rubro, versus medium lateris ventralis leniter excavati sito; cilio unico, laterali, fere in medio lateris ventralis inserto; vacuolis contractilibus duobus; trichocystis plus minusve numerosis, validis, bacilliformibus, in parte posteriore lateris ventralis versus eius superficiem perpendiculariter sitis. Amylum deest.

In aquis turfosis stagnantibus Tátrae (Hungaria).

Die rein gelbbraune Färbung des Chromatophors, im Verein mit dem völligen Fehlen von Stärke, das Vorkommen einer Substanz, die wahrscheinlich Leucosin ist, zeigen ganz klar, daß dieser Organismus eine richtige Chrysomonade ist. Es ist überaus interessant und bedeutungsvoll, daß mit seiner Entdeckung endlich hier ein Typus aufgefunden worden ist, der bislang bei den Chrysomonadineen fehlte. Ich meine jenen Typus, wo, offenbar durch Verlagerung, die ursprüngliche Längsachse scheinbar zur Querachse, die eigentliche Querachse zur Längsachse des Schwärmers wird. Es ist nahezu natürlich, jedenfalls aber leicht begreiflich, daß auf solche Weise die ursprünglich an der Spitze des Vorderendes, am Ende der wirklichen Längsachse des Körpers inserierte Geißel (oder Geißeln) an die Seite des Körpers gelangte und so Formen mit lateraler Begeißelung zustande kamen. Diese Verlagerung der Längsachse erfolgte, entsprechend der annähernd parallelen Entwicklung der verschiedenen Flagellatenreihen, in mehreren Entwicklungsreihen. In der grünen Phytoflagellatenreihe (den Volvocaceen) ist seit langem, und zwar als erster bekannt gewordener Fall dieser Art, *Nephroselmis* ein klares Beispiel hierfür, welches nachher noch durch *Mesostigma* Lauterb. vermehrt wurde.[1]) Bei den Cryptomonaden fand Pascher in seiner *Protochrysis* eine derartige Form. Nun repräsentiert *Pleuromastix* diesen Typus bei den braunen, stärkefreien Chrysomonadineen, welche ich als die mutmaßlichen Urformen

[1]) *Nephroselmis* ist zufolge ihres Baues und der zwar gelblich-(*Tribonema*-artigen), jedoch chlorophyll- und nicht olivgrünen Färbung, wie ich mich 1904 durch eigene Anschauung überzeugen konnte, eine richtige Volvocacee! und keine Cryptomonadinee. Ich pflichte daher den neuesten Ausführungen Senn's (1911, p. 643—647) vollkommen bei. Mithin kommt *Nephroselmis* als eine zwischen Cryptomonadineen und Dinoflagellaten vermittelnde Form in Wegfall, aber an ihre Stelle tritt, dieselbe noch viel besser ausfüllend, *Protochrysis phaeophycearum* Pascher (1911, p. 192, Abb. II).

Ein für das Vorhandensein dieser Beziehungen zwischen Cryptomonaden und Dinoflagellaten, die auch Pascher (1911a, p. 199) gelten läßt, sprechendes Moment ist es ferner, daß die Gattung *Oxyrrhis*, die bisher zumeist für eine Cryptomonade gehalten wurde, sich nach den neuesten, eingehenden Untersuchungen Senn's (1911, p. 606 ff.) als eine Peridinee entpuppte.


Digitized by Google

der Phaeophyceen betrachte.[1]) PASCHER (1911 a, p. 198) erblickt auf Grund von *Protochrysis* einen genetischen Zusammenhang von Cryptomonaden mit den Phaeophyceen, insbesondere weil nun in seiner braunen Cryptomonade *Protochrysis* eine Form gefunden sei, deren Geißeln lateral und in nächster Nähe des Stigmas inserieren, also

---

[1]) Ich möchte es diesmal nicht unterlassen, auf das nachdrücklichste hervorzuheben, daß ich seit jeher bezüglich phylogenetischer Herleitungen (Abstammung) stets vollkommen auf dem Standpunkt NÄGELI's (1884, p. 469) stand und stehe, wonach dieselben immer nur bildlich aufzufassen sind, was demnach nicht nur für meine gegenwärtige, sondern insbesondere für die graphische, in Form eines Stammbaumes (1900, p. 21) gegebene Darstellung meiner Ansichten gilt.

Wenn ich z. B. die Phaeophyceen auf *Phaeothamnion* zurückführte (in Ermangelung der Kenntnis geeigneterer Zwischenglieder), so besagt das nicht, daß das heute lebende *Phaeothamnion*, das meiner Auffassung nach eher eine fadenförmige, sich verzweigende Kolonie selbständiger Einzelzellen, als eine richtige Fadenalge ist, tatsächlich jene Form ist, aus welcher sich die Phaeophyceen direkt entwickelt haben, sondern, daß die Urformen der Phaeophyceen auf einer Etappe ihrer Entwicklung derartige, fadenbildende Organismen gewesen sein mochten, wie sie uns derzeit das bekannte, heute lebende *Phaeothamnion* vor die Augen führt. Wenn wir dann ferner von solchen Formen über die braunen und stärkefreien Phaeocapsaceen (ebenfalls bildlich zu nehmen) zu den mutmaßlichen Flagellatenahnen der Phaeophyceen hinabdringen, so gelangen wir zur Annahme, daß diese Flagellaten wahrscheinlich derart beschaffen waren, daß, würden wir dieselben kennen, sie wahrscheinlich jener Gruppe von braunen, stärkefreien (uns bekannten) Flagellaten zuzuweisen in der Lage wären, die wir Chrysomonadineae nennen, usw.

Ich fand das soeben Mitgeteilte für derart selbstverständlich, daß ich es seinerzeit für ganz überflüssig hielt, dies eigens zu erwähnen. Doch wie ich sehen mußte, scheine ich mißverstanden worden zu sein (z. B. von OLTMANNS 1905, p. 18 und auch von anderer Seite), indem meine Ausführungen nicht bildlich, sondern wörtlich genommen wurden und werden.

Eine jede phylogenetische Ableitung ist stets Hypothese und es kann sich ausnahmslos nur um Festlegung von Wahrscheinlichkeiten, von nach Tunlichkeit begründeten Vorstellungsmöglichkeiten handeln, zu denen uns allein die bekannten, heute lebenden oder durch die Paläontologie bekannt gewordenen fossilen Organismen die Handhabe bieten, und auf die allein wir uns berufen können und dürfen.

Auf durchaus hypothetische, unvorstellbare, angeblich ausgestorbene und unbekannte Vorfahren resp. auf die hypothetischen Vorfahren der rezenten Flagellaten zurückzugehen (BRUNNTHALER 1911, p. 235), halte ich zwar für ein zulässiges, aber überflüssiges Beginnen. Es wird damit z. B. meiner Auffassung gegenüber, die die Chrysomonadineen (bildlich) als den Ausgangspunkt der Phaeophyceen betrachtet, tatsächlich nichts gewonnen; da der Ansicht BRUNNTHALER's, die ganz kategorisch die Chrysomonadineen als solchen nicht gelten läßt (l. c. p. 232), keinerlei höhere Wahrscheinlichkeit innewohnt. Ein strikter Beweis für die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Ansicht ist aber ebensowenig zu erbringen wie für die meinige, oder für diejenige PASCHER's und einer jeden anderen überhaupt.

Digitized by Google

auf ganz ähnliche Weise, wie dies bei den Schwärmern der Phaeophyceen der Fall ist. Da aber bis jetzt eine derartige Form bei den stärkefreien Chrysomonaden nicht bekannt war, ist er nicht geneigt, diese als Urformen der typisch stärkefreien Phaeophyceen zu akzeptieren, sondern betrachtet die typisch stärkebildenden Cryptomonaden, oder wie er sie nennt, die Phaeochrysidales, als den mutmaßlichen Ausgangspunkt für die stärkefreien Phaeocapsaceen und weiterhin für die überwiegende Mehrzahl der ebenfalls stärkefreien Phaeophyceen.

Jetzt aber haben wir in *Pleuromastix* eine typische, stärkefreie Chrysomonade mit lateraler und in der nächsten Nähe des Stigmas gelegener Geißelinsertion, also eine Form, welche mit noch mehr Recht als die stärkebildende *Protochrysis* für einen verkörperten Anklang an die Phaeophyceen angesehen werden kann. Die Entdeckung von *Pleuromastix* stützt daher in willkommener Weise die von mir vertretene Anschauung; wenn diese Form auch keineswegs als die Urform der Phaeophyceen zu betrachten ist.

Aber nicht nur in dieser Beziehung scheint mir die eigentliche, hohe phylogenetische Bedeutung von *Pleuromastix* zu liegen, sondern viel mehr noch in einer bedeutungsvollen Parallele, welche sie zu den Cryptomonaden zeigt; ja sie gibt uns sogar den Schlüssel zum Verständnis mancher Eigenartigkeit des Cryptomonadenkörpers in die Hand.

Wie bei den Cryptomonaden zeigt der abgeplattete Körper ausgesprochene Dorsiventralität und läßt eine verschiedenartig ausgestaltete Rücken- und Bauchfläche unterscheiden. An der vorderen Hälfte der Bauchseite von *Pleuromastix* befindet sich — wie wir sahen — eine flache, grubenartige Einsenkung in deren unteren Teil die Geißel entspringt und in der sich auch die kontraktilen Vacuolen befinden. Bei *Cryptomonas* ist am Vorderende an einer Breitseite des Körpers (seiner Bauchseite) ein tiefer furchenartiger Ausschnitt vorhanden (die Mündung des „Schlundes"), in welchem ebenfalls die Geißeln entspringen und die beiden kontraktilen Vacuolen liegen.[1]) Diese nach der Bauchseite weitgeöffnete Mündung des Schlundes, das sogenannte Infundibulum, setzt sich nach hinten in den für die Cryptomonaden so charakteristischen „Schlund" fort, dessen Wandung mit den so auffälligen und eigenartigen, dunklen und stark licht-

[1]) Infolge ihrer tieferen Insertion an der Bauchseite, in der Mündung des Schlundes, sind die Geißeln eigentlich nicht apikal, sondern mehr lateral — ähnlich wie bei *Pleuromastix* — inseriert.

Digitized by Google

brechenden Körperchen ausgepflastert ist. Bei *Pleuromastix* finden sich nun an deren Bauchseite, nach hinten von der Schlundeinsenkung, in ihrer ganzen Ausdehnung die senkrecht zur Oberfläche orientierten Stäbchen resp. Hohlzylinder und es erhebt sich die Frage: „Was sind diese Stäbchen?“ Bei Zusatz von verdünntem, wässerigem Methylenblau kann man beobachten, daß beim Eintritt der Desorganisation aus diesen „Stäbchen“ eine aus Schläuchen gebildete, knäuelartige, allem Anschein nach gallertige Masse hervorgeht, die sich nicht blau, sondern in besonders charakteristischer Weise — ebenso wie die ausgeschiedenen Gallerthohlzylinder der *Ochromonas crenata* (Klebs 1892, p. 412) — rötlich-violett färbt. Der wurstförmige, mannigfach gewundene, verknäuelte Gallertfaden ist aus mit ihren Enden aneinander haftenden Gliedern zusammengesetzt; welche Glieder den einzelnen „Stäbchen“ der Bauchseite entsprechen. Diese Glieder des ausgestoßenen Gallertknäuels, die bisweilen vereinzelt in der Nähe zerflossener *Pleuromastix*-Individuen frei umherliegen (Fig. 54, 55) oder aneinandergereiht eine Kette, Fäden bilden (Fig. 56), lassen es ganz deutlich erkennen, daß sie nicht solide, in ihrer Masse homogene Körper, sondern Hohlzylinder sind, was besonders an den beiden offenen Enden derselben hervortritt, die ihre kreisförmigen, dunkler gefärbten Mündungen mit einer Klarheit zeigen, die nichts zu wünschen übrig läßt (Fig. 56). Dem Anschein nach erfolgt die Ausstoßung der Gallertschläuche auf Einwirkung chemischer Reize hier erst beim Eintritt der Desorganisation der Zelle, daher viel weniger leicht und energisch wie bei den Gallerttrichocysten der *Monomastix*. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß es sich hier um Gebilde derselben Kategorie handelt, mit anderen Worten, daß diese „Stäbchen“ der *Pleuromastix* ebenfalls nichts anderes als Gallerttrichocysten sind. Ihre (im Innern der lebenden Zelle) erkennbare Differenzierung in eine dunklere, d. h. dichtere Grenzschicht und in eine hellere Mitte, stimmt ja zu derjenigen, die die Gallerttrichocysten der vordem behandelten grünen *Monomastix* (Fig. 59a, b, c) zeigt; nur ist hier das Bild infolge der bedeutenderen Dicke der Trichocysten unvergleichlich deutlicher (Fig. 60a, b, c). Genau den gleichen Bau (dunkle Grenzschicht und helle Mitte; bei hoher Einstellung oder schiefer Beleuchtung dunkles Zentrum und dicke, hellglänzende Wand) zeigen aber auch die dunklen Körperchen, welche den „Schlund“ der Cryptomonaden auskleiden (Fig. 61 a, b, c). Diese Körperchen sind in der Tat eigentlich Stäbchen (wie es Strasburger 1878, p. 12 zuerst richtig angab), kurze, plumpe, dickwandige Hohlzylinder von kreis-

Digitized by Google

förmigem Querschnitt, die senkrecht zur Schlundwandung orientiert, oft in deutliche Längsreihen angeordnet (also wie bei *Pleuromastix*), palisadenartig nebeneinander stehen. Doch ist hier die Länge dieser Stäbchen noch weit mehr reduziert, indem sie nur in sehr deutlichen Fällen, ca. $1^1/_2$ mal so lang als dick sind; meist aber kommt die Länge ihrer Dicke gleich, so daß auch jene Forscher nahezu recht haben, welche hier von rundlichen Körnern (die jedoch von der Seite gesehen einen stets mehr oder minder deutlich quadratischen optischen Längsschnitt, Fig. 61a, zeigen, und nur im optischen Querschnitt, Fig. 61b, — bei der Oberflächenansicht — kreisrund erscheinen) sprechen. — Ihre eigenartige, charakteristische innere Differenzierung weist bereits darauf hin, daß sie in dieselbe Kategorie gehören, also Trichocysten sind. Bewiesen wird dies durch die schon von Künstler (1882) beobachtete, neuestens von Ulehla (1911, p. 285) bestätigte und auch von mir wiederholt beobachtete Tatsache, daß sie bei Einwirkung 1 proz. Essigsäure oder Zusatz von schwach alkoholischem Methylenblau, wässeriger Neutralrotlösung, also auf chemische Reize (welche jedoch eine völlige Desorganisation der Cryptomonadenzelle herbeiführen), zum Teil, durch die Hautschicht hindurch, zu sehr feinen, hyalinen, anscheinend soliden, schnurgeraden Fäden von bisweilen ganz erstaunlicher Länge ausschießen, während der andere Teil verquellend, sich völlig desorganisiert, auflöst. Künstler traf also das Richtige, wenn er diese Gebilde als Trichocysten deutete.[1])

Bei *Pleuromastix* bedecken die Gallerttrichocysten die gesamte schwach furchenförmig vertiefte, hintere Hälfte der Bauchfläche,

[1]) Davon, wie er es ursprünglich meinte, daß es sich hier um kleine Vacuolen handle, welche ein Stärkekörnchen einschließen, kann jedoch keine Rede sein. Er dürfte wahrscheinlich die bei hoher Einstellung hell erscheinende Grenzschicht für die Vacuolenwand, das dunkle, punktförmige Zentrum für das eingeschlossene Stärkekörnchen gehalten haben. Mit Jod geben diese rudimentären Trichocysten natürlich keine Stärkereaktion. Mit verdünntem Methylenblau färben sie sich, jedoch nicht allzu leicht, noch vor dem Eintritt der Desorganisation des Zelleibes, rein blau. Neutralrot läßt sie ungefärbt. In verdünntem Kaliumhydroxyd verquellen sie sofort gänzlich.

Da beim Eintritt der Desorganisation nur ein Teil derselben zu den vorher erwähnten Fäden explodiert, so sind diese Fäden stets nur wenig zahlreich und entspringen an jener engbegrenzten Stelle, wo eben die Schlundtrichocysten liegen. Das von Bütschli (1878, Taf. XIII Fig. 15g) und Dangeard (1890, Taf. II Fig. 17) gegebene Bild mit den vom Körper allseitig abstehenden Fäden konnte ich nie — trotz allen Bemühungen —, weder bei *Chilomonas* noch bei *Cryptomonas* erhalten. Ich muß daher die bildlichen Darstellungen Künstler's (in bezug auf diesen Punkt) für mehr den herrschenden Tatsachen entsprechend erklären, nur daß der Zelleib nie so wohl erhalten bleibt, wie ihn die Figuren Künstler's zeigen.

Digitized by Google

die nach vorne an den seicht grubenförmig ausgehöhlten Teil stößt. *Pleuromastix* scheint mir nun infolge der bestehenden Analogie deutlich darauf hinzuweisen, daß der zumeist röhrenförmig geschlossene, von rudimentären Trichocysten ausgepflasterte Schlund von *Cryptomonas* phylogenetisch nicht durch eine nach hinten in das Körperinnere vordringende Vertiefung einer apicalen Einsenkung, sondern (gleich der ontogenetischen Entstehung des Nervenrohrs am Embryo der Wirbeltiere) durch Einstülpung einer oberflächlichen, durchaus offenen, ventralen Längsfurche unter die Körperoberfläche und völliges Zusammenschließen ihrer beiden Ränder zustande kam; und zwar einer Furche, die, wie bei *Pleuromastix*, von in Längsreihen stehenden trichocystenartigen Bildungen dicht bedeckt war. Und in der Tat, es lassen sich bei *Cryptomonas* Individuen auffinden, bei welchen der Schlund durch einen schmalen Spalt, nahezu in seiner ganzen Länge, nach außen geöffnet erscheint, also keine allseitig geschlossene Röhre, sondern eine Längsfurche mit überdachenden Rändern ist (Fig. 57; vgl. auch Dangeard 1890, p. 48; Scherffel 1901, p. 151 Anm. und Ulehla 1911, p. 286, Abb. 1 B. *Chilomonas*). Auch das in Fig. 58 dargestellte Bild, das an gepreßten Individuen recht oft zustande kommt, kann nur bei dem Vorhandensein einer nach außen offenen Furche, nicht aber bei einer im Innern des Zelleibes liegenden Röhre in die Erscheinung treten.[1])

Diese wesentliche Übereinstimmung und nur graduelle Verschiedenheit in der Ausgestaltung der Bauchfläche bei der stärkeproduzierenden, zweigeißeligen *Cryptomonas*, und der stärkefreien eingeißeligen *Pleuromastix*, kann man ebensowohl als einen Ausdruck phylogenetischer Verwandtschaft zwischen Cryptomonaden und Chrysomonaden, als eine auffällige Parallelbildung in zwei voneinander unabhängigen, jedoch denselben Mutterboden entsprossenen Entwicklungsreihen betrachten.

Eine Vereinigung der Cryptomonadineae und Chrysomonadineae zu einer Gruppe, derjenigen der Chromomonadina, wie sie bereits Klebs (1892, p. 394) durchführte, und welche von zoologischer Seite in dem Flagellatensystem von Blochmann beibehalten erscheint, halte ich in Anbetracht der charakteristischen Verschiedenheit der Assimilate und der grundverschiedenen Dauer-

---

[1]) Das farblose, feinkörnige Plasma der Schlundfurche wird hier in Form einer seitlich hervortretenden Papille hervorgepreßt und die Schlundstäbchen haften direkt an deren Außenfläche.

Insbesondere dies letztere könnte nicht der Fall sein, wenn der „Schlund" eine im Zellinnern befindliche, allseitig geschlossene Röhre wäre.


Digitized by Google

cysten in diesen beiden natürlichen Familien für unzulässig; denn die Existenz von rein braunen, sonst jedoch typischen Cryptomonaden bietet für dieselbe bei weitem keinen Rechtstitel.

Das Vorkommen wohl ausgebildeter trichocystenartiger Gebilde bei *Monomastix*, eines typischen Phytoflagellaten (einer Volvocacee) — die von botanischer Seite als Pflanzen (Algen) betrachtet werden — ist jedenfalls eine ganz überraschende Tatsache, die aber bei Berücksichtigung der von mir entwickelten Anschauung über die phylogenetischen Beziehungen dieser Organismengruppe (1900, p. 21) allerdings nicht ganz unerwartet kommt; ein Anzeichen dafür, daß ich hier auf richtiger Fährte wandelte. Zudem sind diese Bildungen hier, wie auch diejenigen von *Pleuromastix*, endlich auch noch jene von *Cryptomonas* derart entwickelt, daß sie zu einem Vergleich mit den Trichocysten unstreitiger Tiere, der ciliaten Infusorien einladen, und welchen Vergleich durchzuführen um so mehr auch geboten erscheint, als über den Bau und die Natur derselben keineswegs gänzlich geklärte Anschauungen herrschen, und hierdurch einige Punkte besser beleuchtet werden dürften.[1])

Bei Beobachtung der Infusorientrichocysten im Leben der Zelle erscheinen diese in ihrer Masse völlig homogen, wie dies von Maupas und Bütschli (1887—1889, S. 1463) hervorgehoben wurde. Die Trichocysten unserer Flagellaten (*Monomastix*, *Pleuromastix*, Cryptomonaden, Fig. 59, 60, 61) lassen hingegen ohne weiteres eine dunklere, dichtere Außenschicht und ein helleres, weniger dichtes Innere erkennen. Es ist jedoch recht interessant, daß nach Anwendung gewisser Färbemethoden auch an den Infusorientrichocysten eine ähnliche Differenzierung in die Erscheinung tritt, nämlich eine dunkler gefärbte Rinde und eine hellere Mitte, wie dies von Maier

---

[1]) Es war mir bisher leider nicht vergönnt, die den trichocystenartigen Gebilden unserer Flagellaten offenbar nahestehenden, auf Reize ausschleuderbaren ähnlichen Gebilde mancher Peridineen und die, vielleicht auch hierher zu ziehenden, stäbchenförmigen Einschlüsse, die Rhabdosomen, Nadeln Schütt's (1895, p. 88—91; siehe auch die Zusammenstellung bei Lemmermann 1910, p. 579), ferner die wohl ausgebildeten Trichocysten von *Raphidomonas* (*Gonyostomum*) und *Merotricha* durch eigene Anschauung kennen zu lernen. Alle diese Bildungen (auch diejenigen unserer Flagellaten nicht ausgenommen) sind aber leider noch viel zu wenig bekannt, um einen diesbezüglichen, eingehenderen Vergleich durchführen zu können. Es müßte ein solcher Gegenstand einer eigenen, insbesondere hierauf gerichteten Studie sein. Deshalb mögen hier zu einem derartigen Versuch nur die immerhin noch besser untersuchten Trichocysten der Infusorien herangezogen werden.

Digitized by Google

(1903, p. 95, Taf. 3 Fig. 6e, 4) für die Trichocysten von *Frontonia*, später für diejenigen von *Paramaecium caudatum*, zuerst von Schuberg (1905, p. 103), neuestens auch von Khainsky (1911, p. 18, Taf. I Fig. 8) nachgewiesen wurde. Es herrscht also in bezug auf diese Differenzierung einige Übereinstimmung.

Dagegen scheint ein haarförmiger, distaler Teil, wie er an den Trichocysten von *Paramaecium* aufgefunden wurde, hier bei unseren Flagellaten zu fehlen. Doch kommt diese Eigentümlichkeit auch nicht allen Infusorientrichocysten zu.

Schon Stein (1867, p. 10) behauptete, daß die Infusorientrichocysten aus einer weichen, dehnbaren Masse bestehen. Maupas (1883, p. 610) hält die Substanz der Trichocysten für sehr elastisch. Mitrophanow (1905, p. 85) erklärt in bestimmter Weise, daß die Trichocysten von *Paramaecium caudatum* aus halbflüssiger, zäher und dehnbarer, homogener und stark lichtbrechender, in Wasser unlöslicher Substanz bestehen, welche bei der Explosion durch Kontraktion des Corticalplasmas hervorgepreßt wird. Ja Verworn (1889, p. 102) betrachtete die ausgeschnellten Trichocysten der Infusorien als im umgebenden Medium erstarrte, aus dem Tier hervorgespritzte Flüssigkeitsstrahlen. Durch den Nachweis des Vorhandenseins morphologischer Differenzierungen (Maupas 1883; Kölsch 1902; Maier 1903; Schuberg 1905) wird aber die Ansicht Verworn's unhaltbar. Zwar machen die ausgeschleuderten, nadelförmigen Trichocysten von *Paramaecium* den Eindruck starrer Gebilde, aber die von Brodsky (1908) — der ebenfalls für die Flüssigkeitsnatur der Trichocysten von *Frontonia leucas* Ehrbg. eintritt — gegebenen Figuren, Taf. 2 Fig. 12 mit den winkeligen Knickungen, Fig. 13 m. n. mit den schlingenartigen Aufrollungen, liefern einen deutlichen Beweis für die (wenigstens im Augenblick der Ausstoßung) fest-weiche Beschaffenheit ihrer Substanz. Ebendasselbe ist der Fall bei den sich mannigfach aufrollenden Fäden der trichocystenartigen Bildungen von *Bursaria truncatella*. So viel ist nach alledem sicher, daß die Trichocysten der Infusorien, unbeschadet ihrer morphologischen Differenzierungen, im Augenblick der Ausschleuderung, weich, zähe und dehnbar sind. Die Schleimtrichocysten von *Monomastix* sind — wie wir es sahen (p. 102) — während ihrer Ausstoßung zähflüssig. Den Eindruck einer fest-weichen Masse machen auch die Hohlzylinder der *Pleuromastrix*, wenn sie unter den Augen des Beobachters bei der Desorganisation der Zelle zu einem knäuelartigen Schläuchehaufen hervorquellen. Die Masse der rudimentären Trichocysten der Cryptomonadineen ist, im Momente des blitzartigen Ausschießens

Digitized by Google

zu den meist schnurgeraden Fäden, ebenfalls ganz sicher zähe und weich. So sehen wir also, daß in bezug auf den Aggregatzustand aller dieser, durch Alkali leicht und gänzlich verquellbaren Bildungen anscheinend Übereinstimmung herrscht; daß es sich aber hier keineswegs um eine zähe, unorganisierte Flüssigkeit, sondern um morphologisch differenzierte, organisierte Gebilde handelt. Auch der von Brodsky geschilderte Austritt der Trichocysten von *Frontonia leucas*, der im wesentlichen die älteren Angaben Allman's bestätigt, erscheint mir bei Zugrundelegung der reinen Flüssigkeitsnatur unerklärbar.

Die Trichocysten der Infusorien lassen sich färben; sie nehmen unter anderem mit Jod behandelt deutliche gelbe Farbe an, färben sich mit Eisenhämatoxylin meistens tiefschwarz. Intra vitam färben sie sich nicht mit Neutralrot (Maier 1903, p. 103). Auch die ausgeschleuderten Trichocysten von *Paramaecium bursaria* lassen die schwache Speicherung dieses letzteren Farbstoffes nur dann erkennen, wenn sie zu Massen gehäuft beisammen liegen, während einzeln liegende farblos, oder höchstens blaßrötlich gefärbt erscheinen. Wässerige Methylgrünlösung läßt die ausgeschnellten Trichocysten von *Paramaecium bursaria* nahezu ungefärbt, während der abgestorbene Zelleib des Infusors die Farbe intensiv speichert. Die Gallerttrichocysten unserer Flagellaten verhalten sich anders. Denn wie es bereits vordem geschildert wurde, färbt Jod die ausgestoßenen *Monomastix*-Trichocysten kaum wahrnehmbar, oft gar nicht. Neutralrot und Methylgrün werden in intensivster Weise (ersteres schon in der noch lebenden Zelle) gespeichert. Die ausgetretenen, gallertigen Hohlzylinder der *Pleuromastix* zeigen Methylenblau gegenüber starkes Speicherungsvermögen, während die ausgeschossenen Fäden der *Cryptomonas* durch diesen Farbstoff und auch durch Neutralrot nicht gefärbt werden. Aus diesem verschiedenartigen Verhalten geht es deutlich hervor, daß die Trichocysten der Infusorien und die ähnlichen Gebilde unserer Flagellaten (wie es ja von vornherein zu erwarten war) keineswegs substantiell gleich sind. Mehr Übereinstimmung mit den Gallerttrichocysten der *Monomastix*, auch in bezug auf die Neutralrotspeicherung, zeigen die trichocystenähnlichen Gebilde der *Bursaria truncatella* (Maier 1903, p. 103, Taf. 4 Fig. 9a und 9f 1, 2, 3), welche im Leben unter der Körperoberfläche liegende, zu derselben senkrecht orientierte, stäbchenförmige, längliche, scharf konturierte Körperchen darstellen, die beim Zerfließen des Zelleibes sich zu Fäden strecken, die sich oft mannigfach aufrollen.

Digitized by Google

Eine Übereinstimmung zwischen den Trichocysten der Infusorien und den Stäbchen von *Monomastix*, die auf chemische Reize noch bei Lebzeiten der Zelle ausgestoßen werden können, besteht darin, daß in beiden Fällen, nach erfolgter Ausstoßung im Zelleib keine wahrnehmbaren, entsprechenden Lücken zurückbleiben; wenngleich (wie es auf p. 99 erwähnt wurde) sich in günstigen Fällen die Stellen ihres Durchtrittes durch Jodjodkalium fixieren.

Mitrophanow (1905, p. 89) gibt als den Ort der Bildung für die Trichocysten von *Paramaecium caudatum* das Entoplasma in der Nähe des Macronucleus an, von wo aus sie dann in das Corticalplasma einwandern und sich senkrecht zur Körperoberfläche stellend, ihre typische, normale Lage einnehmen. Auch Brodsky (1908, p. 104) nimmt bei *Frontonia leucas* eine Entstehung der Trichocysten im Entoplasma an, wo er stets vollkommen differenzierte Trichocysten, aber keine deutlichen Entwicklungsstadien derselben, finden konnte. Da sie sich gegen Farbstoffe wie Chromatinelemente des Kernes verhalten, und man oft große Mengen von Körnern im zentralen Teil des Entoplasmas, in der Nähe des Kernes bei Individuen antrifft, die ihre Trichocysten ausgeschleudert hatten, so leitet dies ihn zur Idee hin, daß die Substanz der Trichocysten, wie ihr Ursprung, die Chromatinmasse des Kernes ist.[1])

Über den Entstehungsort der Trichocysten unserer Flagellaten resp. derjenigen von *Monomastix* wage ich keine bestimmten Angaben zu machen. Eine auffällige Erscheinung ist es jedoch, daß wenn infolge der Einwirkung von Methylenblau die *Monomastix*-Zelle stirbt und explosionsartig zerfließt, im Momente der Desorganisation eine in der Nähe des Zellkernes gelegene, unscharf begrenzte Plasmapartie sich ebenso rasch und intensiv färbt wie die Trichocystenstäbchen. Es ist also demnach nicht ganz unzulässig dem Verdachte Ausdruck zu geben, ob nicht etwa hier, in diesem Teil der Zelle, auch etwas von jener Substanz vorhanden ist, aus

[1]) Es ist von hohem Interesse, daß nach Moroff (1909) bei der Ausbildung der Nesselzellen der Cölenteraten die Auswanderung von Chromidien aus dem Kern die Hauptrolle spielt, so daß (l. c., p. 153) in dieser Hinsicht der Entstehungsprozeß der Nesselzellen mit der Sekretion der Drüsenzellen übereinstimmt. Auch Will (1910) tritt neuerdings dafür ein, daß die Bildung der Nesselzelle als ein Sekretionsvorgang aufzufassen ist.

Auf Grund seiner Studie gelangte Mitrophanow (1905, p. 86) bei *Paramaecium* zu einem ähnlichen Resultat, nämlich, daß die Trichocysten Bildungen von Sekretcharakter sind.

Demnach würden diese analogen, aber morphologisch grundverschiedenen Bildungen der Cölenteraten und ciliaten Infusorien eigentlich wesensgleich sein.


Digitized by Google

welcher die Trichocystenstäbchen bestehen resp. gebildet werden. Es mag hier ferner nochmals daran erinnert werden, daß bisweilen im vorderen Teil der Zelle, also in der unmittelbaren Nähe des Zellkernes vereinzelt, vollkommen ausgebildete, normal aussehende Stäbchen angetroffen werden. Wenn es auch möglich ist, daß es sich hierbei bloß um eine abnorme Verlagerung von Trichocystenstäbchen in das vordere Ende der Zelle handelt, so ist es andererseits ebensogut möglich, daß diese in der Nähe des Zellkernes liegenden Stäbchen noch an ihrem Entstehungsorte befindliche sind, die erst nachher von hier nach ihrem normalen Ort, ins Hinterende der Zelle transportiert werden. Wäre dem in der Tat so, so würde dies eine nicht unbedeutsame Übereinstimmung mit den Angaben Mitrophanow's und Brodsky's, betreffs des Entstehungsortes der Infusorientrichocysten darstellen.

Es dürfte vielleicht nicht ganz unzulässig sein darauf hinzuweisen, daß v. Prowazek (1903, Taf. 5 Fig. 40, 41, 42) die Schlundtrichocysten von *Chilomonas paramaecium* (nach Behandlung mit Eisenhämatoxylin) in dem nämlichen Ton darstellt, wie das Caryosom, was dem Verdacht, nach der Chromidiennatur dieser Bildungen resp. ihren Ursprung aus dem Kerne, einige Nahrung zu gewähren geeignet erscheint.

Für die Mehrzahl der Infusorientrichocysten wird angenommen, daß sie Verteidigungswaffen gegen feindliche Angriffe darstellen. Daß die Gallerttrichocysten unserer Flagellaten eine ähnliche Rolle zu spielen hätten, davon kann kaum die Rede sein. Die Stäbchen von *Monomastix* können, da sie wahrscheinlich aus einer Schleimsubstanz bestehen, jedenfalls als ein Secretionsprodukt der Zelle aufgefaßt werden und könnten vielleicht auch zur Bildung jener wenig konsistenten Gallerte beitragen, in der die Schwärmer unter Umständen nisten.

Mit Bezug auf den bereits (p. 106) in der Anmerkung erwähnten Umstand, daß die Stäbchen von *Monomastix* in deren mutmaßlichen Cyste, sowie diejenigen der *Cryptomonas* nicht aufzufinden sind [1]), wäre es nicht uninteressant zu erfahren, ob auch die Trichocysten der Infusorien in der Cyste verschwinden.

Igló, Ende November 1911.

---

[1]) Falls meine Vermutung betreffs der *Pleuromastix*-Cysten sich bestätigen sollte (p. 113), so würden sich auch die *Pleuromastix*-Stäbchen ganz so nämlich verhalten, d. h. in der Cyste verschwinden.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis.

BRODSKY, A. (1908): Observations sur la structure intime de Frontonia leucas EHRBG. Revue suisse de Zoologie Tome 16 p. 75—180, Pl. 2. 3.

BRUNNTHALER, J. (1911): Zur Phylogenie der Algen. Biol. Centralbl. Bd. 31.

BÜTSCHLI, O. (1878): Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandter Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30.

— (1887—89): Protozoa. BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs 2. Aufl. Bd. 1.

DANGEARD, P. A. (1890): Contribution a l'étude des organismes inférieurs. Le Botaniste 2 sér.

— (1911): Le pyrenoïde chez les Cryptomonadinées. Bull. de la Société botanique de France Tome 58 (4 sér. Tome 11).

FLEMMING, W. (1882): Zellsubstanz, Kern und Zellteilung.

KHAINSKY, A. (1911): Zur Morphologie und Physiologie einiger Infusorien (Paramaecium caudatum). Arch. f. Protistenk. Bd. 21.

KLEBS, G. (1883): Die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen Bd. 1 Heft 2.

— (1892): Flagellatenstudien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55.

KÖLSCH, K. (1902): Untersuchungen über die Zerfließungserscheinungen der ciliaten Infusorien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ont., Bd. 16 p. 273—422, Taf. 26—28.

KÜNSTLER, J. (1882): Contribution a l'étude des Flagellés. Bull. Soc. Zool. de France.

LEMMERMANN, E. (1910): Algen. I. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. 3.

MAIER, H. N. (1903): Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.

MAUPAS, E. (1883): Contribution a l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. Arch. de Zool. expér. et gén. (2) Tome 1 p. 427—664.

MEYER, A. (1904): Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. Bot. Zeitg. I. Abt.

MITROPHANOW, P. (1905): Étude sur la structure, le développement et l'explosion des trichocystes des Paramécies. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.

MOROFF, TH. (1909): Entwicklung der Nesselzellen bei Anemonia. Arch. f. Zellforschung Bd. 4 p. 142—161.

NÄGELI, C. (1884): Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig.

OLTMANNS, FR. (1905): Morphologie und Biologie der Algen. Bd. 2.

PASCHER, A. (1911): Zwei braune Flagellaten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 29.

— (1911a): Über die Beziehungen der Cryptomonaden zu den Algen. Ibid. Bd. 29.

PROWAZEK, S. v. (1903): Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.

SCHERFFEL, A. (1900): Phaeocystis globosa n. sp. etc. Wiss. Meeresuntersuchungen N. F. Bd. 4 Abt. Helgoland Heft 1.

— (1901): Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen. Bot. Zeitg. I. Abt.

— (1907): Algologische Notizen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 25.

— (1911): Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonadineen. Arch. f. Protistenk. Bd. 22.

SCHUBERG, A. (1905): Über Cilien und Trichocysten einiger Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 6.

Digitized by Google

Schütt, F. (1895): Die Peridineen der Plankton-Expedition. I. Teil. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung Bd. 4 M. a. A.
Senn, G. (1911): Oxyrrhis, Nephroselmis und einige Euflagellaten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 97 Heft 4.
Stein, Fr. (1867): Organismus der Infusionstiere. Abt. II.
Strasburger, E. (1878): Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen.
— (1902): Das botanische Praktikum. 4. Aufl.
Ulehla, V.: (1911): Die Stellung der Gattung Cyathomonas From. im System der Flagellaten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 29.
Verworn, M. (1889): Psychophysiologische Protistenstudien. Jena.
Will, L. (1910): Die sekretorischen Vorgänge bei der Nesselkapselbildung der Cölenteraten. Sitz.-Ber. u. Abh. d. naturf. Ges. zu Rostock N. F. Bd. 2.

Tafelerklärung.

Tafel 6.

Fig. 1—46 u. 59. *Monomastix opisthostigma* n. g., n. sp.

Fig. 1. Schwärmer von zylindrisch gestreckter Gestalt. (Vergr. 1000.)

Fig. 2. Etwas birnförmig gestalteter Schwärmer. (Vergr. 1000.)

Fig. 3. Asymmetrischer, eiförmiger Schwärmer. (Vergr. 1000.)

Fig. 4. Ovaler und Fig. 5 birnförmiger, symmetrischer Schwärmer. (Vergr. 750.)

Fig. 6 (Vergr. 750) u. Fig. 7 (Vergr. 1000). Birnförmige, asymmetrische, dorsiventrale Schwärmer; ersterer mit deutlicher schräger Abstutzung des Vorderendes.

Fig. 8. Eiförmiger Schwärmer mit verkürzter Längsachse; 3 Pyrenoide. (Vergr. 750.)

Fig. 9. Breitovaler Schwärmer. Ein Stäbchen in der vorderen Körperhälfte. Stigma im äußersten Hinterende. (Vergr. 750.)

Fig. 10. Symmetrischer, eiförmiger Schwärmer mit schief abgestutztem Vorderende und einem Trichocystenstäbchen im vorderen Teil. (Vergr. 750.)

Fig. 11. Asymmetrischer Schwärmer mit schief abgestutztem Vorderende. (Vergr. 750.)

Fig. 12. Zylindrischer Schwärmer mit einem Stäbchen im Vorderende, Stigma im äußersten Hinterende. (Vergr. 750.)

Fig. 13. Schwärmer mit schief abgestutztem Vorderende und kleinem Grübchen, dem die Geißel entspringt. (Vergr. 750.)

Fig. 14. Zylindrisch gestreckter, nach vorne etwas verbreiterter Schwärmer. Ein Stäbchen im Vorderteil, und ein außerhalb des Bündels liegendes im hinteren Teil. (Vergr. 750.)

Fig. 15 u. 16. Schwärmer geringerer Größe (Vergr. 750); ersterer eiförmig, letzterer zylindrisch.

Fig. 17. Birnförmiger Schwärmer mit bogig gekrümmter Längsachse. (Vergr. 1000.)

Fig. 18. Zylindrischer Schwärmer, bogig gekrümmt. (Vergr. 750.)

Fig. 19. Schwärmer kleinster Größe. (Vergr. 750.)

Fig. 20. Schwärmer nach Behandlung mit Jodjodkalium. Trichocystenstäbchen ausgestoßen, mäßig gequollen, am Hinterende hängend. Im Vorderteil der ovale, längsgestreckte Zellkern (n) deutlich. (Vergr. 1000.)

Digitized by Google

Fig. 21. Wie Fig. 20, mit zahlreichen ausgestoßenen Trichocystenstäbchen, eines S-förmig gebogen. (Vergr. 1000.)

Fig. 22. Schwärmer mit Chlorzinkjod behandelt. Trichocystenstäbchen halb ausgestoßen. (Vergr. 1000.)

Fig. 23. Die Durchtrittsstellen der ausgestoßenen Trichocystenstäbchen als runde Löcher am Hinterteil sichtbar. Jodjodkaliumbehandlung. (Vergr. 1500.)

Fig. 24. Schwärmer nach Behandlung mit Alaunlösung. Trichocysten halb ausgestoßen, zwei zu längeren, am distalen Ende kopfförmig verdickten Fäden ausgezogen. (Vergr. 750.)

Fig. 25. Nach vorne offene, glockenförmige, membranartige Hülle des Schwärmers, vor der der desorganisierte Zelleib liegt. Naphthylenblauwirkung. (Vergr. 750.)

Fig. 26. Desorganisierter Schwärmer, umgeben von den ausgestoßenen zu längeren Fäden, verbogenen Stäbchen, formlosen Klumpen verquollenen und intensiv gefärbten Trichocystenstäbchen. Methylenblau. (Vergr. 750.)

Fig. 27. Frei umherliegende, verquollene, verklumpte, intensiv gefärbte Trichocysten. Naphthylenblau. (Vergr. 750.)

Fig. 28. Rosettenförmige Gruppe ausgestoßener und intensiv gefärbter Trichocysten; wie sie auch oft am Hinterende des Schwärmers anhaftend zu finden ist. (Vergr. 750.)

Fig. 29. Zu spermienförmigen Fäden ausgezogene intensiv gefärbte Trichocysten, wie sie allenthalben im Präparat umherliegen; rechts daneben eine Rosette. Methylenblau. (Vergr. 750.)

Fig. 30 u. 31. Freiliegende, ausgestoßene, intensiv gefärbte Trichocysten, die noch ihre Stäbchenform ziemlich bewahrt haben. (Vergr. 750.)

Fig. 32 bis 34. Freiliegende, zu Fäden ausgezogene Trichocysten; Fig. 34. Faden mit winkeligen Knickungen. (Vergr. 750.)

Fig. 35. Im Innern der Zelle liegen gebliebenes, gequollenes, intensiv gefärbtes Trichocystenstäbchen; daneben der Zellkern. Methylenblau. (Vergr. 750.)

Fig. 36. Ausgestoßenes, dem Hinterende anhängendes, stark verbogenes, geknicktes (weiches), intensiv gefärbtes Trichocystenstäbchen. Methylenblau. (Vergr. 750.)

Fig. 37. Sprossungsteilung zeigender Schwärmer nach Rutheniumrotbehandlung. Ein Trichocystenstäbchen (a) ausgetreten und intensiv gefärbt. (Vergr. 750.)

Fig. 38. Schwärmer am hinteren Ende in einen pseudopodiumartigen Fortsatz ausgezogen, in welchem nebeneinander 3 Stigmen liegen. Interessante Abnormität. (Vergr. 750.)

Fig. 39. Beginn der Teilung; Verbreiterung des Vorderendes; im Hinterende 4 Stigmen. (Vergr. 1000.)

Fig. 40. Längsteilung. Einschnürung beiderseits. Tochterhälften bereits begeißelt. (Vergr. 750.)

Fig. 41. Wie Fig. 40. Teilung von vorne her fortschreitend. (Vergr. 750.)

Fig. 42 (Vergr. 1000) u. Fig. 43 (Vergr. 750). Teilung vom Hinterende ausgehend, mit der ursprünglichen, einzigen Geißel. Fig. 43. Einschnürung weiter vorgeschritten.

Fig. 44. Ungleiche, knospenartige Teilung. Kontinuierlich beobachtete Stadien a, b, c. Die kleine Zelle erbte beide Stigmen, das einzige Trichocystenstäbchen verblieb in der größeren. (Vergr. 750.)

Fig. 45. Dauerzelle von *Monomastix*?, mit Öltropfen, zwei Pyrenoiden und einem Stigma. (Vergr. 1000.)


Digitized by Google

Fig. 46. Dicke, netzig-stachelige Hülle (Membran) einer solchen Dauerzelle. (Vergr. 1000.)

Fig. 47—56. *Pleuromastix bacillifera* n. g., n. sp.

Fig. 47. Ovale, typische Zelle von der Breitseite gesehen, mit einseitiger, cryptomonasartiger schräger Abstutzung am Vorderende. cv = kontraktile Vacuolen; die dunkleren Kreise in der hinteren Körperhälfte sind die optischen Querschnitte der Trichocystenstäbchen (t). (Vergr. 1000.)

Fig. 48. Rhombische Zelle auf der Breitseite liegend. (Vergr. 1000.)

Fig. 49. Eiförmige Zelle. Breitseite. (Vergr. 1000.)

Fig. 50. Seitenansicht. Die Abplattung des Körpers, Rücken- und Bauchfläche, ferner die schräge Abstutzung der letzteren in ihrer vorderen Hälfte zeigend. Trichocystenstäbchen im optischen Längsschnitt sichtbar. (Vergr. 1000.)

Fig. 51. Nierenförmiger optischer Querschnitt der Zelle, die ventrale Furche zeigend. (Vergr. 1000.)

Fig. 52. *Cryptomonas*-förmige Seitenansicht (wie Fig. 50). Der Rückenfläche anliegend im Hinterende eine Leucosinansammlung (l). (Vergr. 750.)

Fig. 53. Mit Jodjodkalium fixierter Schwärmer in Seitenansicht. Laterale Geißel. Trichocystenstäbchen verschwunden. (Vergr. 750.)

Fig. 54. Auf Methylenblaueinwirkung zerflossener Schwärmer, den einzigen Chromatophorklumpen mit dem Stigma und die Fetttröpfchen (?) zeigend. In der Umgebung liegen die ausgestoßenen Trichocysten, die, mäßig gequollen, bereits schwach violett gefärbt erscheinen, und da ihre Enden intensiv gefärbt sind, gewähren sie Bilder, welche Kernteilungsfiguren (Spindeln mit Tochterkernen) nicht unähnlich sehen. (Vergr. 500.)

Fig. 55. Frei umherliegende, stärker aufgequollene, durch Methylenblau in typischer Weise rotviolett gefärbte, ausgestoßene Trichocysten (Gallerthohlzylinder). (Vergr. 500.)

Fig. 56. Ausgestoßene und aufgequollene, an ihrer Oberfläche Querfältelung zeigende, kettenartig aneinandergereihte, durch Methylenblau schön rotviolett gefärbte Trichocysten, deren kreisrunde, intensiv gefärbte Enden deutlich die Röhrennatur erkennen lassen. (Vergr. 500.)

Fig. 57 u. 58. Olivgrüne *Cryptomonas*.

Fig. 57. Oberflächenansicht der ventralen Breitseite, den Längsspalt des „Schlundes“ zeigend.

Fig. 58. Gepreßter Schwärmer. Aus der Schlundfurche ist das feinkörnige, farblose Schlundplasma als Papille seitlich hervorgetreten und die Schlundtrichocysten (= dunklen Körperchen) sitzen der Außenfläche dieser Papille direkt an. cv = kontraktile Vacuole. (Vergr. 1000.)

Fig. 59. Trichocystenstäbchen von *Monomastix*. a) Optischer Längsschnitt; b) optischer Querschnitt, beide die dichtere Peripherie zeigend; c) optischer Querschnitt bei hoher Einstellung oder auch schiefer Beleuchtung, den hellen Ring und das dunkel erscheinende Zentrum zeigend; d) nach Chlorzinkjodwirkung, etwas gequollen, doch gestaltlich unverändert. (Vergr. 1000.)

Fig. 60. Trichocystenstäbchen von *Pleuromastix*. a, b, c wie in Fig. 59.

Fig. 61. Schlundtrichocysten von *Cryptomonas*; a, b, c ebenfalls wie in Fig. 59 u. 60.

Diese drei letzten Figuren zeigen die Übereinstimmung des Baues in allen diesen Fällen.


Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität München.)

Über den Einfluß der Gestalt des Kernes auf die Größenabnahme hungernder Infusorien.

Von

Marie Allescher.

(Hierzu 7 Textfiguren.)

Ziel und Methoden.

Im Jahre 1903 erwähnt R. Hertwig in seiner Arbeit: „Über Korrelation von Zell- und Kerngröße und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und Teilung der Zelle“ Beobachtungen, die er an hungernden Protozoen, Actinosphärien und Infusorien machte, wonach *Actinosphaerium* und *Dileptus* ihre Größe bedeutend zu reduzieren vermögen, ehe sie dem Hungertode erliegen, während die Dimensionen von *Paramaecium* nicht einmal auf die Hälfte zurückgehen. Diese Erscheinung führt Hertwig auf die Verschiedenheit im Accommodationsvermögen des Kernapparats zurück, die ihrerseits wieder abhängig ist von der verschiedenen Anordnung der Kernsubstanz bei den einzelnen Arten. „Einen ganz enormen Grad erreicht das Accommodationsvermögen bei *Actinosphaerium* und *Dileptus*, beides Formen, welche viele Hunderte von gut charakterisierten Kernen (*Actinosphaerium*) oder isolierten Kernstücken (*Dileptus*) haben. Hier können einzelne Teile der gesamten Kernmasse, wie man mikroskopisch nachweisen kann, aufgelöst werden, während andere intakt bleiben. Ein *Dileptus*-Riese hat so enorm viele Kernstücke, daß man sie nicht zählen kann, wohl über tausend, *Dileptus*-Zwerge nur etwa 50—100. Bei der Reduktion der Körpergröße sind die meisten Kernstücke resorbiert worden. Ähnlich verhält es sich mit

Digitized by Google

Actinosphaerium, bei dem ich feststellen konnte, daß von den Hunderten von Kernen schließlich nur einige wenige, 1—2 in extremen Fällen, vorhanden waren. Ganz anders verhält sich in dieser Hinsicht *Paramaecium*. Hier ist nur ein einziger, großer, kompakter Kern vorhanden, der der Reduktion Schwierigkeiten bereitet. Um dieselbe zu erleichtern, wird er in wenige Stücke zerlegt; aber auch so ist die Regulierbarkeit der Kernmasse offenbar eine sehr unvollkommene, so daß verhältnismäßig schnell, bei einer bedeutenden Größe, der Hungertod eintritt. Auch tritt der Hungertod unter ganz besonderen Erscheinungen ein: der Kern fängt an sich zu zersetzen; das Protoplasma wird von Vacuolen gebläht, während bei *Dileptus* die normale Körpergestalt fast bis zum Ende beibehalten wird. Die Stentoren, bei denen vermöge des rosenkranzförmigen Baues die Kernmasse mehr verteilt ist, nehmen zwischen Paramäcien und Dilepten eine Mittelstellung ein."

Im Mai 1909 ging ich, einer Aufforderung des Herrn Prof. Dr. R. v. HERTWIG entsprechend, daran, diese Verschiedenheit der Größenreduktion bei Hunger genauer zu untersuchen.

Als Versuchsobjekte sollten mir dabei die drei oben genannten Infusorien dienen: *Dileptus* mit seinem in viele Hunderte von Stücken gegliederten Kernapparat, *Paramaecium* mit seinem kompakten Kern und schließlich *Stentor* mit der rosenkranzförmig angeordneten Kernmasse.

Es war zu vermuten, daß diese Untersuchungen einiges Licht auf die Frage werfen könnten, welcher Art die Wechselwirkung von Kern und Protoplasma ist, ob der Kern während der Funktion der Zelle Stoffe an das Plasma abgibt oder aus ihm aufnimmt.

Solche Versuche begegnen zahlreichen Schwierigkeiten.

Die erste liegt schon in der Bestimmung des Zeitpunktes, an dem der „Hunger" einsetzt. Mein Bestreben ging dahin, die Tiere aus ihrem gewohnten Futterboden sofort in ein möglichst nahrungsfreies Wasser zu überführen; um zu verhindern, daß die Tiere an ihrem eigenen Körper etwa Nahrungsbestandteile einschleppten, ließ ich sie einige Uhrgläser mit reinem Wasser passieren. Für *Dileptus* und *Stentor* nahm ich hierzu Wasser aus Kulturgefäßen, in denen alles Leben erloschen schien. Da *Dileptus* sich bekanntlich von *Stentor* nährt, war bei ihm die Gefahr, er möchte zunächst doch noch Futter finden, am geringsten. Man konnte sicher sein, daß von dem Tage ab, an dem die Fütterung mit *Stentor* sistiert wurde, auch der „Hunger" im eigentlichen Sinne einsetzte. Auch bei *Stentor* darf man annehmen, daß dieses Stadium sofort erreicht wurde. Denn ich

Digitized by Google

habe mich, besonders bei Führung einer sog. „reinen Linie“ von *Stentor coerul.* überzeugt, wie schwer dieses Infusor zur Nahrungsaufnahme gebracht werden kann, wenn man es seinem gewohnten Futterboden entnimmt.

Sehr schwer dagegen war es bei *Paramaecium*, sofort jede Nahrung auszuschließen. Ich verwandte hier Leitungswasser, das die Tiere sehr gut vertrugen. Um Schädigungen durch allzu große Schwankungen im osmotischen Druck möglichst zu verhüten, füllte ich in der Futterkultur jeden Tag bis zu $^1/_8$ Leitungswasser nach. Selbstverständlich wurde dasselbe in sorgfältig verschlossenen Gläsern vor der Benützung auf die in der Futterkultur herrschende Temperatur gebracht.

Die Paramäcien mußten mehrere der oben erwähnten „Bäder“ passieren und wurden schließlich einzeln herausgefangen und in die zur Hungerkultur bestimmten Uhrgläser überführt.

Eine andere große Schwierigkeit, die sich der Bestimmung der Volumabnahme bei Hunger in den Weg stellt, ist der Umstand, daß die Versuchstiere zu der Zeit, in welcher die Hungerkulturen angelegt werden, unter sich nicht unbedeutende Größenunterschiede aufweisen. So zeigten z. B. 50 Paramäcien einer Futterkultur folgende Längenmaße in Teilstrichen ausgedrückt:

Länge der Tiere	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'
Anzahl der Tiere	1	1	2	5	1	2	6	8	3	4	3	8	3	1	2

Ordnet man die Tiere nach der Breite, so ergibt sich folgende Reihe:

Breite der Tiere	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
Anzahl der Tiere	2	10	16	16	2	3	—	1

Diese Zahlenreihen würden, graphisch zum Ausdruck gebracht, mehrgipflige Kurven ergeben. Die Ursache hierfür liegt darin, daß die Größenunterschiede der Paramäcien einer Futterkultur durch verschiedene Faktoren bestimmt werden. Solche Faktoren können sein: Das Wachstum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Teilungen, individuelle Größendifferenzen, endlich Rassenunterschiede.

Was den Einfluß des Wachstums zwischen zwei Teilungen anbetrifft, so wären zwei Fälle denkbar.

Entweder, es finden zu einer bestimmten Tagesstunde die meisten Teilungen statt, während vorher eine allmähliche Zunahme, nachher eine allmähliche Abnahme derselben sich bemerkbar macht.


Digitized by Google

Dann könnte es vorkommen, daß man die Tiere zu den Hungerkulturen gerade nach dem Zeitpunkt der häufigsten Teilungen der Futterkultur entnimmt. Das müßte dann selbstverständlich ein Ausgangsmaterial von bedeutend geringerer Durchschnittsgröße ergeben, als wenn man beim Ausheben der zu den Hungerkulturen bestimmten Tiere eine Zeit trifft, die vor dem oben erwähnten Punkte liegt. In beiden Fällen dürfte wohl die prozentuale Volumabnahme eine verschieden große sein.

Es wäre andrerseits aber auch möglich, daß sich die Teilungen auf die verschiedenen Stunden des Tages ziemlich gleichmäßig verteilten.

Um diesen Umstand näher zu prüfen, tötete ich aus einer Futterkultur in Abständen von je 5 Stunden — 7 Uhr morgens, 12, 5, 10 Uhr abends, 3 Uhr nachts — Portionen ab, die ich nach Teilungsstadien durchsuchte. Ich fand jedoch nur wenige (je 2—3), und zwar ausschließlich in jenen Portionen, die ich um 5 Uhr nachmittags und um 3 Uhr morgens abgetötet hatte. Um nun trotzdem ein Bild über die Verteilung der Teilungen zu verschiedenen Stunden zu bekommen, maß ich aus 2 der abgetöteten Portionen je 75 Tiere, und zwar wählte ich eine solche, in der sich einige Teilungsstadien vorfanden und eine andere. Im Fall einer ungleichmäßigen Verteilung der Teilungen müßten die Größenreihen in beiden Fällen auch ein ungleiches Bild ergeben.

Die gemessenen (75) Tiere zeigten folgende Längen:

Länge in '	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'	62'	63'	64'	65'	66'	67'	68'	69'	70'	71'	72'	73'	74'	75'	76'	77'	78'
Anzahl der Tiere 7 Uhr morgens	1	—	1	—	1	5	—	1	4	3	10	2	1	4	4	9	4	1	5	3	5	2	1	2	1	2	1	1	1
	8						18					20					18					8					3		
Anzahl der Tiere 5 Uhr nachm.	2	1	1	—	—	5	1	1	2	5	5	1	3	—	4	12	2	5	1	2	8	4	4	2	1	2	—	1	—
	9						14					20					18					13					1		

Der Breite nach war die Verteilung folgende:

Breite in '	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'
Anzahl der Tiere um 7 Uhr morgens	1	2	3	1	—	4	6	9	7	7	8	13	7	4	1	2
	6			5			29				28			7		
Anzahl der Tiere um 5 Uhr nachmittags	1	—	3	1	4	3	2	11	10	3	10	4	15	1	6	1
	4			8			26				29			8		

Digitized by Google

Die mittleren Maße betrugen:

Um 7 Uhr morgens gem.		Um 5 Uhr nachmittags gem.	
mittl. Länge	mittl. Breite	mittl. Länge	mittl. Breite
64,2	21,6	64,4	21,9

Aus obigen Größenreihen ergibt sich, daß die Verteilung der einzelnen Individuen auf die Längen- und Breitenmaße im Laufe eines Tages eine ziemlich gleichmäßige ist. Daraus muß man weiter schließen, daß die Tageszeit keinen Einfluß auf die Teilungsrate der Paramäcien hat.

Daß neben den Größenunterschieden, die das Wachstum mit sich bringt, noch solche bestehen, die durch einen anderen Faktor bedingt werden, geht aus folgendem hervor:

Vergleicht man das Volumen der kleinsten gemessenen Tiere mit dem der größten aus derselben Kultur, so dürfte letzteres nicht mehr als das Doppelte von ersterem betragen.

Denn angenommen, die Größe aller Tiere sei in dem Augenblick, in dem die Teilung eben abgelaufen ist $= x$, so würde kein Tier ein Volumen unter x aufweisen; die meisten von den kleinsten gemessenen Tieren würden seit der letzten Teilung wohl schon etwas gewachsen sein und also ein Volumen besitzen, das größer als x wäre.

Die größten gemessenen Tiere könnten aber höchstens ein Volumen von 2 x zeigen, wenn sie nämlich gerade vor der Teilung stünden. Im anderen Falle müßte das Volumen stets kleiner sein als 2 x.

Im höchsten Falle könnte also zwischen Plus- und Minuspol einer Größenreihe das Verhältnis von

$$2\,x : x \text{ oder von } 2 : 1$$

auftreten. Nie aber könnte ein Volumen vorkommen, das das Doppelte der kleinsten Maße übersteigt.

Die Messungen haben nun ergeben, daß in jeder Kultur die beiden Enden der Größenreihen um mehr als das Doppelte differierten.

Maße kleinster Tiere waren z. B. in einer eigens zu diesem Zwecke abgetöteten und gemessenen Reihe:

$$55 \cdot 15^2 = 12\,375$$
$$55 \cdot 19^2 = 19\,855$$
$$55 \cdot 21^2 = 24\,255$$

Digitized by Google

Maße größter Tiere dagegen:

$$75 \cdot 25^2 = 46875$$
$$75 \cdot 24^2 = 48728$$

In dem Material fanden sich auch 2 Tiere in Teilung mit folgenden Maßen.

I a Länge 40′, Breite 22′ = Vol. = 19260
b „ 35′, „ 24′ = Vol. = 20166,
was für das ganze Tier eine Größe von 39426 ergibt.
II a Länge 39′, Breite 21′ = Vol. = 17199
b „ 37′, „ 22′ = Vol. = 17908
zusammen 35107

Wie hieraus ersichtlich blieb das kleinste der freien Tiere um fast $^1/_8$ hinter dem Volumen des kleinsten Teilstücks, während die größten Tiere an Volumen die Summe zweier zusammengehöriger Teilstücke um ein beträchtliches übertrafen.

Hieraus geht deutlich hervor, daß in bezug auf die Größendifferenzen noch andere Faktoren als das zwischen 2 Teilungen liegende Wachstum eine Rolle spielen.

Das Wünschenswerteste wäre freilich, wenn man die Größendifferenzen des Ausgangsmaterials überhaupt beseitigen und so ein einheitliches Maß schaffen könnte.

Wege, die Volumenunterschiede innerhalb des Ausgangsmaterials wenigstens zu vermindern, gibt es zwei:

Man kann aus den Individuen der Futterkultur von Anfang an die einer bestimmten Größenklasse angehörigen auswählen. Der Erfolg dieser Maßnahme wird nur einerseits dadurch beeinträchtigt, daß in diesem unter der Lupe ausgewählten Material sich bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen doch wieder Größendifferenzen ergeben; andererseits kann es vorkommen, daß man bei der Auswahl das eine oder andere einer niederen Größenklasse angehörige Individuum mitnimmt, das gerade vor der Teilung steht und so die Zugehörigkeit zur gewünschten Größenklasse nur vortäuscht. Die Teilung wird am ersten Tage der Hungerkultur vor sich gehen und es könnte hierdurch das Resultat insofern beeinflußt werden, als diese Volumenverringerung, die der Teilung zuzuschreiben ist, als durch den Hunger verursacht in Rechnung gesetzt werden könnte. — Ich habe dieses Verfahren für *Stentor* angewandt, und hier läßt sich der zuletzt erwähnte Nachteil leicht dadurch ausgleichen, daß man die Kulturen fleißig nachsieht und kleine Tiere, die in den ersten Tagen des „Hungers“ plötzlich auftreten und auf solche Teilungen zurückzuführen sind, aus der Kultur entfernt.

Digitized by Google

Als zweiten Weg, die Größendifferenzen im Ausgangsmaterial zu vermindern, legten die Experimente, die JENNINGS an *Paramaecium* gemacht hatte, den Gedanken nahe, durch Züchtung einer „reinen Linie“ eine größere Gleichmäßigkeit im Ausgangsmaterial zu erzielen. Auch diesen Versuch habe ich bei *Stentor* durchgeführt. Meine Erfahrungen hierbei werde ich im einzelnen später ausführen. Hier sei nur vorgreifend erwähnt, daß auch innerhalb der „reinen Linie“, d. h. unter Individuen, die als Abkömmlinge eines einzigen Tieres gezüchtet worden waren, Größendifferenzen auftraten, die nicht aus dem Wachstum zwischen zwei Teilungen erklärt werden können, sondern als individuelle Unterschiede angesprochen werden müssen. Wahrscheinlich spielen geringe Differenzen bei der Teilung eine Rolle. Somit vermögen solche „reine Linien“ kein viel gleichmäßigeres Ausgangsmaterial zu liefern, so daß ich es in der Folge vorzog, die Versuchstiere gut gehenden Futterkulturen zu entnehmen.

Zum Schlusse möchte ich noch anführen, daß ich mich begnügt habe die Größe der Versuchsobjekte in Teilstrichen des Ocularmikrometers anzugeben. Handelte es sich doch bei meinen Untersuchungen keineswegs um absolute Maße, sondern um vergleichsmäßige Feststellung der Volumverringerung. Ich glaube, hierdurch den Überblick vereinfacht und eine Fehlerquelle vermieden zu haben. Die Werte der Teilstriche in μ waren bei den von mir angewandten Vergrößerungen folgende:

Bei LEITZ Oc. 3	Obj. 3 = 1 Teilstrich	= 17,0	μ
Oc. 3	Obj. 7 = 1 „	= 2,9	μ
Oc. 1	Obj. 7 = 1 „	= 2,91	μ
Oc. 1	Obj. 5 = 1 „	= 5	μ

Da die Volumina verglichen werden sollten, habe ich jeweils die umschriebenen Prismen bezw. Würfel berechnet. Die untereinander zu vergleichenden Objekte waren ja „ähnliche“ Körper und so konnte das Verhältnis ihrer Volumina durch das der ihnen umschriebenen Prismen ausgedrückt werden.

Spezieller Teil.

1. Untersuchungen an *Dileptus*.

Ich begann meine Versuche mit 8 Exemplaren dieses Infusors, das ich mit *Stentor coeruleus* fütterte. *Dileptus* ist, wie schon er-

Digitized by Google

wähnt, für Fütterungs- und Hungerversuche ein sehr verwendbares Material, weil man die Futterportionen durch Abzählen der Stentoren genau bestimmen kann und weil man in der Lage ist, den Moment, in dem die Tiere wirklich zu „hungern“ beginnen, mit Sicherheit angeben zu können.

Bei mittlerer Temperatur und gerade ausreichender Fütterung (ich rechnete 3 Stentoren pro Tag für jeden *Dileptus*) erfolgte in 24 Stunden eine Teilung. Perioden regelmäßiger Vermehrung wurden unterbrochen von solchen eines Teilungsstillstandes. Daß diese „Depressionen“ häufig eintraten und zum Teil lange währten, ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß die Tiere schon lange in Kultur standen und dabei an Regulationsfähigkeit eingebüßt hatten. Zwar konnte ich niemals Neigung zu Conjugation beobachten, doch encystierte sich mein gesamtes Material schon im August.

Stieg die Temperatur über 24°, so trat in 24 Stunden eine zweimalige Teilung ein; dasselbe konnte im Thermostaten von 25° erzielt werden.

Eine Temperatur von 6° konnten die Tiere nur schlecht ertragen; die Teilungen hörten auf, Nahrungsaufnahme erfolgte kaum; die Tiere lagen träge im Uhrschälchen; der Hals verkürzte sich zusehends und bald erfolgte Abkugelung und Tod.

Die häufigen Depressionen waren Ursache, daß mir zu den Hungerkulturen bei weitem kein so zahlreiches Material zur Verfügung stand wie später bei *Paramaecium* und *Stentor*. Ich hatte im Sinne, wenn meine Kulturen individuenreicher geworden wären und ich die Vorgänge im Laufe einer Hungerkultur schrittweise festgestellt hätte, dieselben Versuche mit größeren Mengen zu wiederholen, um so Durchschnittsgrößen zu erhalten, wie ich das später bei *Stentor* und *Paramaecium* ja auch durchgeführt habe. Allein meine Pläne wurden durch die plötzliche und vollständige Encystierung meines Materials vereitelt. Obwohl ich die Cysten in mehreren Portionen den verschiedensten Bedingungen aussetzte, gelang es mir nicht, aus ihnen neue Tiere zu erhalten. Leider war auch mein eifriges Suchen nach anderem Material vergeblich. Ich mußte mich also mit den Zahlen begnügen, die jene ersten Versuche ergeben haben.

Ich setzte in jede Hungerkultur 10 Tiere ein. Um zu kontrollieren, in welcher Weise die Abnahme des Volumens von Tag zu Tag erfolge und um etwaige Vorgänge im Kernapparat nicht zu übersehen, blieb mir nichts übrig als täglich oder wenigstens jeden anderen Tag ein Tier abzutöten. Dies genügte, wenn die

Digitized by Google

Tiere, was bei *Dileptus* in den Hungerkulturen zum Glück meist der Fall war, ungefähr gleiche Größe zeigten. Doch kam es zuweilen vor, daß die Tiere in bezug auf ihre Größe merklich differierten. Ich half mir dann in der Weise, daß ich das größte und das kleinste Tier abtötete und aus beiden ein mittleres Maß berechnete.

Bedenkt man nun, daß auch einzelne Tiere, besonders gegen das Ende der Kultur, abstarben, so ist es nicht überraschend, wenn die Kulturen meist nur mit einem, höchstens 2 Individuen abschlossen. Gewiß wird man mir einwenden, daß den Zahlen, die aus so wenigen Individuen gewonnen wurden, eine allgemeine Bedeutung nicht zugesprochen werden könne. Dies müßte auch bei anderem Versuchsmaterial zugegeben werden. Allein bei *Dileptus* sind die Unterschiede in den Anfangs- und Endvolumina so bedeutend, daß ein durch die geringe Anzahl der Individuen etwa verursachter Irrtum keine ausschlaggebende Rolle zu spielen vermöchte

Denn selbst angenommen, das Ausgangsmaterial sei um $^1/_3$ seines Volumens zu hoch, das Endmaterial aber nur auf die Hälfte seines Durchschnittswertes eingeschätzt — (in Wirklichkeit geht die Abirrung von den wirklichen Mittelgrößen sicher nicht so weit) — so würde sich bei 30° z. B. statt einer Volumabnahme von 99 Proz. eine solche von 97 Proz. ergeben, was für die vorliegende Frage ohne jede Bedeutung ist. Diese Berechnung würde höchstens für die Kältekultur eine größere Abweichung ergeben. Hier wäre es aber bei der Größe, die die Tiere bis zu ihrem Ende bewahren, ganz unmöglich, ihr Volumen um die Hälfte zu unterschätzen

Außerdem spricht der so ähnliche Verlauf vieler Kulturen für die Richtigkeit der gemachten Beobachtungen. Wenn z. B. die schließlich überlebenden Tiere in fünf zeitlich voneinander verschiedenen Kulturen in ihren Maßen nahezu übereinstimmen, so kann man dafür wohl nicht den Zufall verantwortlich machen, sondern muß annehmen, daß man es hier mit dem unter den gegebenen Umständen gewöhnlich erreichten Maß zu tun hat.

Eine weitere Schwierigkeit bot die Berechnung der Volumina der einzelnen Tiere. Die Gestalt der Hungertiere ist ja eine ziemlich regelmäßige, da ihr Körper nirgends durch Nahrungsvacuolen ausgebuchtet erscheint. Bei den aus der Futterkultur entnommenen Individuen zeigt jedoch der Körper da, wo er einen eben gefressenen *Stentor* oder halbverdaute Nahrungsreste umschließt, mancherlei Ausbuchtungen und eignet sich wenig zur Volumbestimmung. Ich hätte diesem Übelstande vielleicht dadurch abhelfen können, daß ich die Tiere zuerst einen Tag hungern ließ, ehe ich das Ausgangsmaterial

Digitized by Google

abtötete und der Messung unterzog. Ich habe das versäumt; es könnte sich dagegen aber auch das Bedenken geltend machen, daß sich der Einfluß des Hungers bei dem großen Nahrungsbedürfnis, das *Dileptus* zeigt, schon innerhalb 24 Stunden in einer Volumverringerung ausdrücken möchte.

Die Längen solcher der Futterkultur entnommener Tiere schwanken zwischen 110 und 145′, ihre Breite zwischen 20—38′. Aber wie oben erwähnt, ist die Gestalt dieser Futtertiere meist eine so unregelmäßige, daß ich den kleineren Fehler zu machen glaubte, wenn ich, statt eine unsichere Durchschnittsgröße zu berechnen, das Volumen eines zufällig regelmäßig gestalteten Tieres feststellte und dasselbe als Ausgangsmaß benützte (Fig. 1).

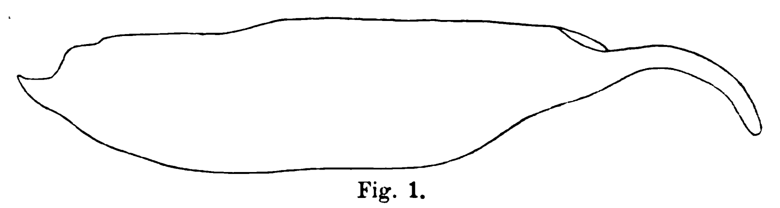


Fig. 1.

Es zeigt eine Länge von 130′, eine Breite von 30′. Berechnet man hieraus das Volumen als das dem Rotationsellipsoid umschriebene Prisma, so ergibt sich

$$130' \cdot 30^2 = \mathbf{117000}$$

als Rauminhalt des Ausgangsmaterials.

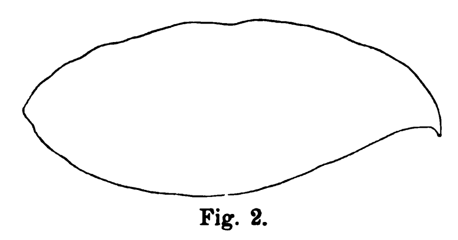
Aus diesem Material, das bei Zimmertemperatur gehalten worden war, wurden Hungerkulturen unter 6° und 25° abgezweigt.

Die Messungen ergaben folgende Werte:

Hungerkulturen bei 6°.

Kultur	Anzahl d. in d. Hungerk. einges. Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
I.	10	12./7.	—	—	—
		13./7.	1	100	25
		15./7.	1	100	20
		16./7.	1	**58,5**	**30**
					Die übrigen tot; Ende d. Kult. durch Hunger
II.	10	18./7.	—	—	—
		19./7.	1	100	26
		21./7.	1	70	32
		22./7.	1	53	22
		23./7.	1	**50**	**35** Ende w. o.

Kultur	Anzahl d. in d. Hungerk. einges. Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
III.	10	26./6.	—	—	—
			Alle d. Hunger erlegen bis auf		
		30./6.	1	**43**	**37**
IV.	10	31./7.	S. o.	—	—
		4./8.	1	**40**	**27**
V.	10	7./8.	S. o.	—	—
		10./8.	1	**55**	**32**


Fig. 2.

Die durch fetten Druck hervorgehobenen Zahlen geben die Maße der beim Erlöschen der Kultur durch Hunger zuletzt überlebenden Individuen. Aus ihnen läßt sich eine Durchschnittsgröße berechnen:

Datum	Anzahl der in die Kulturen einges. Tiere	Anzahl der zuletzt überlebenden Tiere	Länge	Breite
12./7.—16./7.	10	1	58,5	30
18./7.—23./7.	10	1	50	35
26./6.—30./6.	10	1	43	37
31./7.—4./8.	10	1	40	27
7./8.—10./8.	10	1	55	32
Durchschnitt:		5	49,3	32,2

Setzt man dieses Resultat in Vergleich mit der Ausgangsgröße, so ergibt sich:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerkultur bei 6°	49,3	32,2	51 116,2	56,3

Zugleich ersieht man aus der Tabelle, daß, während die Länge reduziert wird, die Breite sogar zunimmt; es kommt darin zum zahlenmäßigen Ausdruck, daß die Tiere, je länger sie hungern, je

10*

Digitized by Google

näher ihr Ende kommt, um so mehr ihre Gestalt der Kugelform annähern.

Die bei 25° geführten Hungerkulturen ergaben folgende Werte:

Kultur	Anzahl der in die Hungerkultur eingesetzten Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
I.	10	18./7.	—	—	—
				Durchschnitt:	
		19./7.	2	80	21
		22./7.	1	31	15
		23./7.	1	32	12
			Alle übrigen tot;	Ende d. K.	durch Hunger
		24./7.	1	23	15
II.	10	9./6.	S. o.	—	—
		15./6.	1	11	7

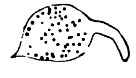


Fig. 3.

Daraus ergibt sich folgender Durchschnittswert für die schließlich überlebenden Tiere:

Datum	Anzahl der in die Kulturen einges. Tiere	Anzahl der zuletzt überleb. Tiere	Länge	Breite
18./7.—24./7.	10	1	23	15
19./6.—15./6..	10	1	11	7
Durchschnitt		2	17	11

Im Vergleich mit dem Ausgangsmaterial erhält man folgende Werte:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerindividuen bei 25°	17	11	2057	98,2

Stellt man Wärme- und Kältekultur vom 18./7. einander gegenüber, so ergibt sich deutlich, um wieviel rascher der Reduktionsprozeß in der Wärme einsetzt und um wieviel energischer er hier verläuft.

Digitized by Google

Hungerkultur	bei 6°		bei 25°	
	Länge	Breite	Länge	Breite
18./7.—19./7.	100	26	80	20
18./7.—21./7.	70	32	—	—
18./7.—22./7.	53	22	31	15
18./7.—23./7.	50	35	32	12
	Ende der Kultur durch Hunger			
18./7.—24./7.	—	—	23	15
			Ende der Kultur durch Hunger	

Bei den Hungerkulturen, die in einer mittleren Temperatur, bei 15°, gehalten wurden, war ebenfalls ein bedeutender Größenrückgang festzustellen, der jedoch hinter dem von 25° zurückblieb, während er den in den Kältekulturen beobachteten bei weitem überstieg.

Hungerkulturen bei 15°.

Kultur	Anzahl der in die Hungerkultur einges. Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
I.	10	25./6.	—	—	—
		30./6.	1	35	26
		2./7.	1	30	11
					Ende d. K. d. Hunger
II.	10	29./6.	—	—	—
		7./7.	1	25	11
		11./7.	1	20	14 S. o.
III.	10	20./7.	—	—	—
		31./7.	1	20	12 S. o.



Fig. 4.

Durchschnittliche Länge und Breite:

Datum	Anzahl der in die Kulturen einges. Tiere	Anzahl der zuletzt überlebenden Tiere	Länge	Breite
25./6.—2./7.	10	1	30	11
29./6.—11./7.	10	1	20	14
20./7.—31./7.	10	1	20	12
Durchschnitt:	—	3	23,33	12,33

Digitized by Google

Im Vergleich mit dem Ausgangsmaterial:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerind. bei 15°	23,3	12,3	3525,05	97

Endlich führte ich noch vom 11./8.—17./8. eine Hungerkultur bei 30°; sie endete mit 5 Individuen, die folgende Maße zeigten:

Anzahl der in die Kultur eingesetzten Tiere	20	Anzahl der zuletzt überlebenden Tiere			5		
Einzelmaße der 5 überlebenden Tiere						Durchschnittsmaße	
Länge	17	14	7	9	10	D.-Länge	11,4
Breite	13	12	7	8	10	D.-Breite	10



Fig. 5.

Im Vergleich mit dem Ausgangsmaterial ergibt das nachstehende Werte:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerindividuen bei 30°	11,4	10	1140	99

Vergleicht man gar das kleinste Tier $7^3 = 343$ mit dem Ausgangsmaterial, so sieht man, daß die Abnahme rund 99,7 Proz. beträgt, daß also dieses Tier seine Größe auf weniger als $^1/_{300}$ reduziert hat.

Stellt man die durchschnittlichen Resultate unter den verschiedenen Temperaturen zusammen, so ergibt sich folgende Tabelle:

Kulturen	bei 6°	bei 15°	bei 25°	bei 30°
Länge	49,3	23,3	14	11,4
Breite	32,2	12,3	11	10
Volumen	51 116,2	3 525,05	2057	1140
Abnahme in Proz.	56	97	98	99

Digitized by Google

In dem Maße, als sich die Größe der Tiere reduzierte, nahm auch die Anzahl der Teilstücke des Kernes ab. HERTWIG sagt in der eingangs erwähnten Arbeit: „Ein *Dileptus*-Riese hat so enorm viele Kernstücke, daß man sie nicht zählen kann, wohl über 1000. *Dileptus*-Zwerge haben nur etwa 50—100."

Auch meine Endtiere zeigen nur mehr 50—60 Kernstücke. Merkwürdig ist dabei, daß die Größe der einzelnen Kernstücke zunimmt. Es lassen sich auch manchmal zwei aneinander gelagerte Kernstücke auffinden. Um eine Teilung eines Kernstücks kann es sich hierbei nicht handeln, da ja die Teilstücke des Kernes zum Schlusse größer sind als im Ausgangsmaterial. Es scheint hier vielmehr ein Verschmelzungsprozeß vorzuliegen. Immerhin wiegt die Zunahme der einzelnen Stücke bei weitem nicht den Abgang an Zahl der Kerne auf. Es findet eine absolute Abnahme an Kernsubstanz statt. Relativ freilich ist das Verhältnis von Kern und Plasma schließlich zugunsten des Kernes verschoben. Die kleinsten Hungertiere erscheinen nur mehr als mit Kernen ganz angefüllte Säckchen. Die Ursache hierfür liegt darin, daß das Plasma in einem schnelleren Tempo abnimmt als die Kernsubstanz. Ein Teil derselben scheint um einzelne Zentren sich anzuhäufen, während ein anderer, größerer Teil im Plasma resorbiert wird. Es tritt hier eine ähnliche regulatorische Tätigkeit der Zelle ein, wie in jenen Fällen, wo infolge von Überfütterung die Kernsubstanz auf Kosten des Protoplasma zunimmt. Die Hungertiere fielen im Leben durch eine scheinbar dichtere Beschaffenheit ihres Körpers auf. In dem Maße, als ihre Größe abnahm, erhielten sie ein dunkleres Aussehen, wohl eine Folge jenes bräunlichen Pigments, das HERTWIG auch bei hungernden Actinosphärien wahrgenommen hat. Er deutet es als Umwandlungsprodukt des Chromatins, das aus dem Kern ausgestoßen wurde.

2. Untersuchungen an *Stentor coeruleus*.

Das 2. Versuchsobjekt war *Stentor coeruleus*. — Die Trompetenform, die der Körper dieses Infusors im Leben zeigt und bei Behandlung mit konzentrierter Pikrinessigsäure auch beim Absterben mehr oder weniger beibehält, ist zu Messungen gänzlich ungeeignet. Benützt man aber zum Abtöten zur Hälfte mit Wasser verdünnte Pikrinessigsäure, so finden die Tiere Zeit, sich kuglig zu kontrahieren. Dieses Verfahren bot den Vorteil, nur eine Ausdehnung messen zu müssen und bewahrte vor Fehlern bei der Berechnung. Das Volumen der Tiere habe ich hier durch das des umschriebenen

Digitized by Google

Würfels ausgedrückt in Übereinstimmung mit dem Verfahren bei den anderen Objekten.

Entnimmt man einer gewöhnlichen Futterkultur eine Portion Stentoren, so findet man darin Individuen von sehr verschiedener Größe. Neben solchen, die einen Durchmesser von 30′ aufweisen, findet man solche, die einen Durchmesser von 60′ zeigen; die kleinsten Tiere haben ein Volumen von 27000, die größten von 216000, was das Achtfache des ersteren ausmacht; es ist das ein Anzeichen dafür, daß man es hier mit Mischbeständen aus verschiedenen Rassen, mit „Populationen“ zu tun hat.

Um nun für die Hungerkulturen ein gleichmäßigeres Material zu bekommen, wurden unter der Lupe Tiere, die einer bestimmten Größenklasse anzugehören schienen, ausgewählt.

Die ersten Kulturen wurden in derselben Weise wie die von *Dileptus* geführt. Während ein Teil der ausgewählten Individuen sofort abgetötet und gemessen wurde, kamen je 30 der Überlebenden in Hungerkulturen unter verschiedenen Temperaturen. Täglich wurde eine kleine Anzahl von Tieren (3—4) abgetötet, und zwar wurden diese nach Möglichkeit so ausgewählt, daß immer die jeweils größten und kleinsten durch ein Exemplar vertreten waren. Dieses Verfahren bot die Möglichkeit zu ständiger Kontrolle der inneren Vorgänge und den Vorteil, daß das wirkliche „Ende der Kultur durch Hunger“ abgewartet werden konnte. Fand man nämlich die letzten Individuen Hungers gestorben, so war man sicher, in der tags vorher abgetöteten Portion Tiere zu besitzen, welche die äußerste Grenze des Vermögens, Hunger zu ertragen, nahezu erreicht hatten. Allerdings war damit der Nachteil verbunden, daß man zu Ende der Kultur, besonders im Stadium des Absterbens nur mehr wenige Individuen zur Verfügung hatte. Gegen das Verfahren läßt sich ferner einwenden, daß die Ausgangsgröße der zum Schlusse überlebenden Tiere nicht genau bestimmt werden konnte. Wenn nämlich auch unter der Lupe ziemlich gleich große Tiere ausgesucht wurden, so ergaben sich doch unter stärkeren Vergrößerungen nicht unbeträchtliche Größenunterschiede. Ordnet man die Tiere des Ausgangsmaterials nach ihren Volumina in eine Kurve, so befinden sich an beiden Enden derselben jene Individuen, die vom Durchschnitt am weitesten abweichen, an dem einen Ende die kleinsten, die extremen Minusabweicher, am anderen die größten, die extremen Plusabweicher. Es läßt sich am Schlusse einer Hungerkultur nun natürlich nicht nachweisen, ob die überlebenden Individuen ursprünglich dem Durchschnittsmaß angehörten, oder ob sie dem

Digitized by Google

einen oder anderen Ende der Kurve wären einzureihen gewesen. Dieser Faktor ist aber bei der Beurteilung der Volumverringerung nicht ohne Einfluß, weshalb ich bei späteren Kulturen diese Fehlerquelle auszuschalten bemüht war.

Das Ende der am 19. Oktober angesetzten Hungerkulturen trat schon sehr bald, am 22. bzw. 23. Oktober ein.

Nur die in die Kälte verbrachten Tiere hielten bis zum 24. Oktober, also 5 Tage aus.

Die einzelnen Werte waren folgende:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 19./10	bei 6°	bei 15°	bei 25°
Anzahl der Tiere a) in die Kultur eingesetzt;		30	30	30
b) am Schlusse überlebend, abgetötet und gemessen	25	5	4	4
Dauer der Kultur	—	19./10.—24./10.	19./10.—23./10.	19./10.—22./10.
Mittlerer Durchmesser	17,7	18	13	11,1
Mittleres Volumen	5545,233	5832	2197	1367,631
Volumverringerung	—	Volumzunahme 5,17 Proz.	60,38 Proz.	75,34 Proz.

Dabei ist auffallend, daß die Kältetiere einen etwas größeren Durchmesser zeigen als das Ausgangsmaterial, daß also hier statt der erwarteten Volumabnahme eine Volumzunahme eingetreten ist. Doch ist das nur scheinbar und wird sofort verständlich, wenn wir die Einzelmaße der am Schlusse der Kultur überlebenden und abgetöteten Tiere näher betrachten; sie waren: 18, 16,5, 16, 20,5, 19,5; man sieht, die Ursache der Erhöhung des mittleren Durchmessers sind die 2 letzten Individuen, offenbare Plusabweicher. Nun maßen aber die extremsten Plusabweicher des Ausgangsmaterials 23′. Die beiden Tiere (20,5 und 19,5) können also ganz gut ihr eigenes Volumen reduziert haben; ihre Maße gewinnen aber bei der geringen Zahl der zuletzt überlebenden Individuen einen viel größeren Einfluß auf das Gesamtresultat. So war anzunehmen, daß die Volumver-

Digitized by Google

größerung in der Hungerkultur bei 8° nur eine scheinbare und dem Umstande zuzuschreiben war, daß zufällig ein größerer Prozentsatz von Plusabweichern überlebte, was ganz einleuchtend ist, da jedenfalls die Plusabweicher zu den kräftigsten Tieren der Kulturen gehören. Freilich scheint die Annahme nicht ganz ausgeschlossen, daß in der Kälte Wasseraufnahme stattfinden könnte, was vielleicht bei der Beurteilung der Endresultate in Betracht zu ziehen wäre.

Um festzustellen, daß es sich hier um ein Zufallsresultat handelte, verfuhr ich bei den folgenden Kulturen nach einer anderen Methode. Zunächst wurden unter der Lupe 200 Tiere von annähernd gleicher Größe ausgewählt. Diese Menge wurde abermals unter der Lupe in 4 gleiche Portionen geteilt, indem auch hier wieder mit möglichster Genauigkeit darauf geachtet wurde, daß zuerst die kräftigsten Exemplare gleichmäßig auf die 4 Anteile verteilt wurden, dann die an Größe folgenden usf. Eine der 4 Portionen wurde dann gleich in der oben geschilderten Weise abgetötet. Hierauf wurden die Durchmesser gemessen, die Volumina berechnet und die erhaltenen Maße in eine Kurve gebracht; daß dieselbe eingipflig wurde, wurde eben dadurch erreicht, daß aus der Population nur Tiere einer gewissen Größenklasse ausgewählt wurden.

Das Ausgangsmaterial vom 7. November zeigte folgende Maße:

Durchmesser der Tiere	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′
Anzahl der Tiere	3	9	13	9	2	2	1
Volumen berechnet als d^3	1331	1728	2197	2744	3375	4096	4913

Der Gipfel der Kurve lag bei 13′ Durchmesser oder bei einem Volumen von 2197, der Mittelwert für den Durchmesser betrug 13,25′ für das Volumen 2326,203.

Von den bleibenden 150 Tieren wurden je 50 in die Hungerkulturen unter 8, 15 und 25° verbracht.

Um genügend Material für Vergleichskurven zu erhalten, wurden sämtliche Hungerkulturen am 3. Tage abgetötet, ohne daß vorher Tiere entfernt worden wären.

Digitized by Google

Es ergaben sich folgende Resultate:

Durchmesser der Tiere	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	2	7	16	8	4	2	1	—
Anzahl der Individuen bei 15°	—	2	8	10	6	3	1	—	—	—
Anzahl der Individuen bei 25°	6	9	18	7	2	—	—	—	—	—
Volumen der Tiere	512	729	1000	1331	1728	2197	2744	3375	4096	—

Wie die Tabelle ergibt, verschiebt sich der Gipfel der Kurven in ziemlich regelmäßiger Weise nach links, d. h. die Individuen nehmen an Größe ab und zwar um so mehr, je höher die Temperatur war, bei welcher sie hungerten.

Das Verhältnis der mittleren Durchmesser und Volumina sowie die Prozentsätze, um welche sich letztere gegenüber dem Ausgangsmaterial minderten, soll folgende Tabelle zur Anschauung bringen:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 7./11.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Anzahl der Tiere a) in die Kultur eingesetzt	—	50	50	50
b) am 3. Tage abgetötet und gemessen	50	40	30	42
Mittlerer Durchmesser	13,25'	12,375	11,1	9,76
Mittleres Volumen	2326,203	1895,119	1367,631	929,714
Volumabnahme in Proz.	—	18,53	41,21	60,03

Die größte Volumverringerung fand bei 25°, die geringste bei 8° statt, und zwar betrug erstere mehr als das 3fache von letzterer; die Verringerung gegenüber dem Ausgangsvolumen verhielt sich

für 8° 15° 25°
wie 18 : 41 : 60
oder ungefähr wie 3 : 7 : 10.

Am 23. November wurden in der beschriebenen Weise neue Kulturen angesetzt und diesmal am 6. Tage abgetötet.

Digitized by Google

Das Ausgangsmaterial zeigte folgende Werte:

Durchmesser der Tiere	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′	18′	19′
Anzahl der Tiere	7	10	19	6	2	—	—	1	—
Volumen (als d³)	1331	1728	2197	2744	3375	4096	4913	5832	—

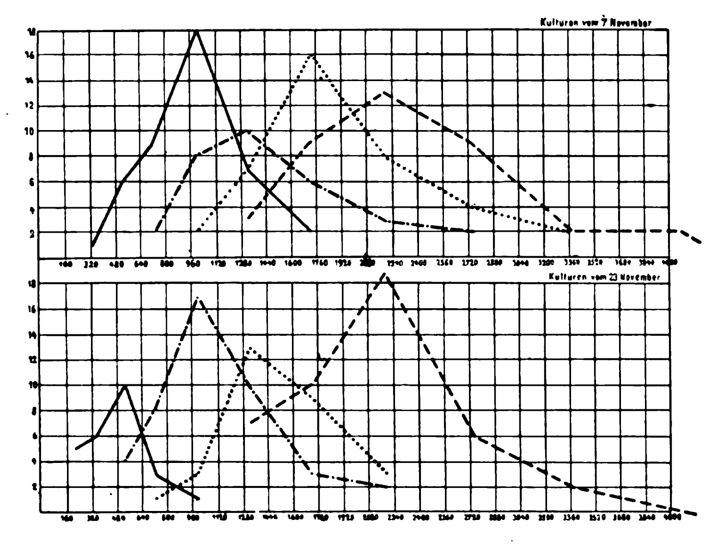
Vergleicht man diese Kurve mit der vom 7. November, so sieht man, daß beide fast genau dieselbe Variationsbreite zeigen. Am 7. November schwankte der Durchmesser der Tiere zwischen 11′ und 17′, am 23. November zwischen 11′ und 18′. Der mittlere Radius beträgt beim 1. Material 13,25, beim 2. 12,8. Der Unterschied ist ein so geringer, daß die Kulturen aus dem 2. Ausgangsmaterial mit denen des 1. wohl verglichen werden dürfen. Das Ergebnis war ein mit dem vorhergehenden übereinstimmendes. Nur ist der Prozeß der Volumverringerung der längeren Hungerzeit entsprechend weiter fortgeschritten. Die Ziffern der bei 25° geführten Hungerkultur dürften so ziemlich die äußerste Volumverringerung für *Stentor* darstellen. Wenigstens zeigten gleichzeitig angestellte Parallelversuche, daß die Kulturen in der Wärme nicht länger auszuhalten vermochten. Für die bei 8° und 15° gehaltenen Kulturen bezeichnen nachstehende Zahlen noch nicht die äußerste Grenze der Reduktionsmöglichkeit, wie aus späteren Beispielen hervorgeht.

Die Ergebnisse der Hungerkulturen vom 23. November waren im einzelnen folgende: (s. auch Kurventafel.)

Durchmesser der Tiere	6′	7′	8′	9′	10′	11′	12′	13′
Anzahl d. Individuen b. 8°	—	—	—	1	3	13	9	3
„ „ „ b. 15°	—	—	4	8	17	10	3	2
„ „ „ b. 25°	5	6	10	3	1	—	—	—
Volumen (d³)	216	343	512	729	1000	1331	1728	2197

Vergleichen wir diese Tabelle mit derjenigen der Hungerkulturen vom 7. November, so sehen wir, daß sich die ganzen Kurven bedeutend nach links verschoben haben. Während jene vom 7. November in ihrer Gesamtheit den Abstand zwischen 8′ und 16′ umfassen, erstrecken sich die vom 23. November über das Gebiet zwischen 6′ und 13′.

Digitized by Google



Kurventafel.

Ausgangsmaterial — — — —
8° Kultur ······
15° „ —·—·—·
25° „ ————

Mittlerer Durchmesser, mittleres Volumen und prozentuale Volumverringerung zeigen folgende Werte:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 23./11.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Anzahl der Tiere a) in die Kulturen einges.	—	50	50	50
b) am 6. Tg. abget. u. gem.	50	29	44	25
Mittlerer Durchmesser	12,8	11,3	10,09	7,6
Mittleres Volumen	2097	1442,897	1027,243	438,976
Volumabnahme in Proz.	—	31,2	51,9	79,17

Um zu erfahren, ob der Vorgang der Größenverminderung von Anfang bis zum Ende im gleichen Tempo verläuft, ob eine Beschleunigung oder Verzögerung während der Kulturzeit eintritt, können wir das nach 3 Tagen Hunger erreichte Volumen als Ausgangsgröße setzen, das Endvolumen nach 6 Tagen mit ihm vergleichen und so feststellen, wieviel Proz. die Volumverringerung in den letzten 3 Tagen betrug.

Digitized by Google

	Durchschnittliches Volumen		
	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	
Kulturen bei 8°	1895,119	1442,897	23,86 Proz.
„ „ 15°	1367,631	1027,243	24,91 Proz.
„ „ 25°	929,714	438,976	52,80 Proz.

Vergleichen wir nun die prozentuale Volumverringerung während der ersten und letzten 3 Tage, so ergibt sich:

Abnahme in Proz.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
während der ersten 3 Tage	18,53	41,21	60,03
während der letzten 3 Tage	23,86	24,91	52,80

Man sieht, daß bei 8° eine Beschleunigung, bei 15° und 25° aber eine Verzögerung eingetreten ist. Vielleicht könnte man das so erklären, daß das Tempo der Volumverringerung zunächst bis zu einem gewissen Punkte steigt, von da an aber sich um so mehr verzögert, je näher die Grenze der Reduktionsmöglichkeit heranrückt. Bei der 8°-Kultur wäre dann jener Gipfel der Kurve noch nicht erreicht, während sich die beiden anderen Kulturen im Moment der Abtötung in der absteigenden Kurvenhälfte befanden.

Einer Anregung des Herrn Prof. Goldschmidt folgend wollte ich dieselbe Versuchsreihe nun für eine sogenannte „reine Linie“, d. h. für ein Ausgangsmaterial feststellen, welches aus einem einzelnen Tiere gezüchtet war.

Es lag, nach den Experimenten, die Jennings an *Paramaecium* gemacht hatte, der Gedanke nahe, daß hierdurch ein in der Größe noch gleichmäßigeres Ausgangsmaterial gewonnen werden könnte, als durch Auswahl unter der Lupe. Eine solche „reine Linie“ von Stentoren zu erhalten, war aber nicht leicht. Es schien anfangs nicht möglich, die Tiere im Thermostaten zu züchten. Kaum hatten 1—2 Teilungen stattgefunden, so kugelten sich die Tiere ab und starben nach ein paar Tagen. Es schien aussichtslos auf diese Weise eine solche Menge von Individuen zu erhalten, daß sie zur Durchführung einer Versuchsreihe ausreichen würden. Es war

Digitized by Google

wahrscheinlich, daß wohl die Art des Futters den Stentoren nicht behagte; bei dem reinen Kulturwasser konnte sich auf dem sorgfältig gereinigten Salat eine geeignete Bakterienflora vielleicht nicht bilden. Mein Bestreben ging also dahin, eine ausreichendere und bekömmlichere Nahrung zu finden, die doch Sicherheit bot, daß nicht etwa Cysten mit ihr eingeschleppt würden. Unter den vielen Versuchen, die ich machte, will ich nur den einen erwähnen, Flagellaten (*Euglana*) zu verfüttern. Ich hoffte von diesen Futtertieren, die ja wie Pflanzen zu assimilieren vermögen, daß sie das Kulturwasser nebenbei sauerstoffreicher machen würden; denn mir schien, als litten die Stentoren in den kleinen, wohl abgeschlossenen Kulturgefäßen auch unter Sauerstoffmangel. Aber leider trat auch bei dieser Fütterungsweise bald ein Übelstand zutage. Die Flagellaten rundeten sich nämlich ab, wobei aber die roten Augenflecke deutlich sichtbar blieben, und setzten sich am Boden des Gefäßes in Polstern fest. (Übergang zur Encystierung?) Dadurch waren sie als Fütterungsmittel wertlos geworden, weil es den Stentoren nicht mehr möglich war, sie einzustrudeln.

Endlich versuchte ich es mit Diatomeen und anderen einzelligen Algen, die ich gesondert mit Hilfe einer Nährlösung zog. Ich verfütterte sie zugleich mit einem sorgfältig behandelten Salatstückchen und mir schien, daß sich jetzt auch eine reichere Bakterienflora auf dem Salat entwickelte. Die Stentoren begannen endlich, sich regelmäßig zu teilen. Ich erhielt so ein ziemlich zahlreiches Material, von dem ich am 1. Februar 50 Individuen abtötete. Ich erhielt folgende Größen:

Durchmesser der Tiere	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'
Anzahl der Individuen	1	—	1	—	1	2	4	8	6	6	6	5	2	4	1	3
Nach „Klassen" von je 2 Teilstrichen geordnet	1		1		3		12		12		11		6		4	

Die Zahlen erscheinen auf den ersten Blick bedeutend größer als die der vorausgegangenen Messungen; ich benutzte nämlich, um die Größendifferenzen schärfer feststellen zu können, eine stärkere Vergrößerung, Objekt. 5, Oc. 1. Daß in Wirklichkeit ein ganz bedeutender Rückgang an Größe stattgefunden hatte, tritt sofort klar

Digitized by Google

hervor, wenn man damit die Größe des Materials, dem das Ausgangstier zu der „reinen Linie“ entnommen war, in Vergleich setzt. Auch dies ist selbstverständlich mit V, 1 gemessen.

Durchmesser der Tiere	42'	43'	44'	45'	46'	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'
Anzahl der Individuen	2	—	1	—	3	2	4	—	14	—	7	—	7	2	3	—	2	—	3
Nach „Klassen“ von je 2 Teilstrichen geordnet	2	1		3		6		14		7		7		5		2		3	

(Aus der Wahl einer stärkeren Vergrößerung ergaben sich auch eine größere Menge von Varianten, wodurch die Kurven auseinandergezogen wurden. Faßt man jedoch die „Varianten“ in Klassen von je 2 Teilstrichen zusammen, so tritt die Eingipfligkeit der Kurven deutlich zutage.)

Man sieht, die größten Tiere der reinen Linie erreichen nicht einmal die kleinsten des Ausgangsmaterials. Für die Erklärung des Größenrückganges gab es zwei Möglichkeiten:

1. Das Ausgangstier konnte ein extremer Plusabweicher einer kleinen Stentorenrasse gewesen sein.

2. Die Stentoren hatten während der Kultur aus irgendeinem Grunde ihre Größe verringert, sei es nun, daß die Nahrung den gewöhnlichen Verhältnissen zu wenig entsprach, sei es, daß die Kleinheit der Kulturgefäße einen Einfluß auszuüben vermochte. Ein Versuch, Stentoren, die vorher nach der mehrmals erwähnten Art unter der Lupe ausgewählt waren, in Einmach-, Becher- und Uhrglas zu kultivieren, zeigte tatsächlich eine kleine Verringerung des Durchmessers der Tiere im geraden Verhältnis der Größenabnahme der ihnen zur Verfügung gestellten Wasservolumina. Doch konnte ich dieser Frage nicht weiter nachgehen, wollte ich mich nicht zu weit von meinem Hauptthema entfernen. Ich glaube, daß wohl alle erwähnten Faktoren gemeinschaftlich den Größenrückgang der „reinen Linie“ bedingt haben dürften.

Aus dieser ersten „reinen Linie“ zweigte ich am 9. Februar eine neue ab, indem ich ein Tier isolierte, und zwar unter einer Temperatur von 22°. Am 21. Februar, also nach 12 Tagen, tötete ich 52 Tiere ab. Sie zeigten folgende Werte:

Digitized by Google

Durchmesser der Tiere	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'
Anzahl der Individuen	2	3	8	6	6	—	17	2	3	—	3	2
Nach „Klassen“ von je 2 Teilstrichen geordnet	2	11		12		17		5		3		2

Setzt man mittleren Durchmesser und mittleres Volumen der als Ausgangsmaterial dienenden Population, der ersten und der von ihr abgezweigten reinen Linie in Vergleich, so ergibt sich folgende Tabelle:

	Ausgangsmaterial (Populat.)	„Reine Linie“ vom 1./2. 15°	„Reine Linie“ vom 21./2. 25°	
Mittlerer Durchschnitt	51,36	34	28,9	
Mittleres Volumen	135 479,955	39 304	24 138	
Volumabnahme in Proz.		gegenüber dem Ausgangsmaterial 70,9	gegenüber dem Ausggs.-material 82,2	gegenüber der „r. L.“ vom 1./2. 38,6

Es hat also auch bei der zweiten „reinen Linie“ ein weiterer Größenrückgang stattgefunden gegenüber der bei 15° gezogenen. Sämtliche Kulturfaktoren: Wasser, Gefäße blieben dieselben, nur die Temperatur erhöhte sich von 15 auf 25°, was eine gesteigerte Teilungsfähigkeit zur Folge hatte, während das durchschnittliche Volumen der Einzelindividuen abnahm. — Auch die Anzahl der Kernstücke hatte sich bei der „reinen Linie“ gegenüber dem Ausgangsmaterial nicht unbeträchtlich verringert. Während letzteres 19—21 Kernstücke aufwies, zeigte die bei 15° gezüchtete „reine Linie“ 12—14, die bei 22° gezogene 10—12. Dabei drückt freilich die Abnahme der Anzahl der Kernstücke noch nicht die Abnahme der Kernmasse aus; denn die Stücke, von Anfang an nicht gleich groß, nehmen bei der Reduktion nicht nur an Zahl, sondern auch an Größe ab, und zwar durchaus nicht regelmäßig. Die Kernplasmarelation in den einzelnen Fällen zahlenmäßig zum Ausdruck zu bringen, war deshalb nicht möglich. Popoff hat für Protozoen, Rhoda Erdmann für Echinodermenlarven den Nachweis erbracht, daß in der Kälte der Kern gegenüber dem Plasma eine Vergrößerung, in der Wärme dagegen eine Verkleinerung erfährt. Auf

Digitized by Google

diese Resultate gestützt, darf ich wohl annehmen, daß bei der unter 22° gezogenen „reinen Linie“ die Kernplasmarelation etwas zugunsten des Plasma verschoben war. Waren nun diese beiden „reinen Linien“ wirklich ein bedeutend homogeneres Material für die Abzweigung von Hungerkulturen als es Populationen geboten hätten? Vergleicht man in beiden „reinen Linien“ die Volumina der kleinsten Tiere mit denen der größten, so ergibt sich, daß letztere mehr als das Doppelte von ersteren messen:

R. L. I (15°) Kleinstes Vol. $25^3 = 15625$ Größtes Vol. $40^3 = 64000$
R. L. II (25°) „ „ $24^3 = 13824$ „ „ $35^3 = 42875$

Daraus sehen wir, daß außer dem Wachstum zwischen zwei Teilungen auch hier bei den Größendifferenzen noch ein anderer Faktor eine Rolle spielen muß, nämlich individuelle Größenunterschiede. Auch konnten Teilungen in zwei ungleich große Tochtertiere direkt unterm Mikroskop beobachtet werden.

Genauer läßt sich der Grad der Gleichmäßigkeit innerhalb der verschiedenen Größenreihen ausdrücken, wenn wir für die Population einerseits, für die beiden reinen Linien andererseits die Streuung (Standardabweichung) $= \sigma$ feststellen.

$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n}}$, (Johannsen, Elemente der Erblichkeitslehre, p. 41),

wobei α die Abweichung der Variante vom Mittelwert, p die Anzahl der Varianten, die dieselbe Abweichung vom Mittelwert aufweisen, n die Anzahl sämtlicher Varianten bedeutet.

Für die Population betrug der Mittelwert 51,36; die Berechnung läßt sich vereinfachen, indem man von einer ganzen Zahl — 51 — als angenommenem Mittelwert $= A$ ausgeht und dann den Fehler ausgleicht, indem man vom durchschnittlichen Quadrat aller Abweichungen von A das Quadrat der durchschnittlichen Abweichungen (b) subtrahiert, ehe man die Wurzel zieht. Bezeichnet man die Abweichung von dem angenommenen Mittelwert als a, so ist also:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n} - b^2} = 4{,}19.$$

Nach derselben Formel berechnet, ergibt sich für die bei 15° gezogene „r. L.“ $\sigma = 3{,}16$, für die bei 22° gehaltene $\sigma = 2.77$. Stellt man die Streuung der 3 Kulturen einander gegenüber,

Digitized by Google

Population	R. L. I (15°)	R. L. II (25°)
4,19	3,16	2,77

so sieht man, daß die Streuung in den reinen Linien allerdings etwas geringer ist als in der Population, aber freilich bei weitem nicht in dem Maße, wie ich gehofft hatte.

Von der bei 15° gezogenen „reinen Linie“ wurden folgende Hungerkulturen abgezweigt:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	aus R. L. I. (15°)	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen	—	1./2.—8./2.	8./2.—13./2.	8./2.—13./2.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	50	50	50	50
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		8	13	2
Mittlerer Durchmesser	34	31	27,6	20
Mittleres Volumen	39 304	29 791	21 024,576	8000
Volumabnahme in Proz.	—	24,2	46,5	79,65

Genauere Verteilung der Indiv. s. nächste Seite.

Man sieht, daß sich dies Material wenig widerstandsfähig erwies. Die Tiere erlagen dem Hunger eher, als nach den früheren Erfahrungen an Material aus Populationen erwartet werden konnte. So kam es, daß in der bei 25° gehaltenen Hungerkultur schon am 5. Tage nur mehr 2 Individuen am Leben gefunden wurden.

Ein besseres Resultat zeigten jene Hungerkulturen, die ich aus dem Material der bei 22° gezüchteten r. L. angesetzt hatte; die Tiere zeigten sich insofern widerstandsfähiger, als sie nicht so plötzlich dem Hunger erlagen, so daß am Schlusse der Kultur mehr Tiere verblieben.

Dies läßt sich vielleicht aus der oben erwähnten Verschiebung der Kernplasmarelation zugunsten des Plasmas erklären. Die Individuen, die nun unter Temperaturen von 15° und 8° kamen, um zu hungern, hatten zunächst einen für ihre Plasmamenge bei den betreffenden Temperaturen zu kleinen Kern; es konnte ein Teil des Plasmas verbraucht werden, ehe der für die betreffende Temperatur normale Stand der Kernplasmarelation erreicht war und regula-

Digitized by Google

Hungerkulturen aus R. L. I (15°).

Durchmesser der Tiere	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	2	4	8	6	6	6	5	2	4	1	3
Anzahl der Tiere bei 8°	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
" " " " 15°	2	—	—	—	—	—	2	—	3	—	5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
" " " " 25°	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Hungerkulturen aus R. L. II (25°).

Durchmesser der Tiere	11'	16'	17'	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	8	6	6	—	17	2	3	—	3	2
Anzahl der Tiere bei 8°	—	—	—	—	—	—	—	3	—	5	2	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
" " " " 15°	—	1	—	3	—	4	2	—	5	2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" " " " 25°	1	—	2	4	3	4	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google

torische Vorgänge notwendig wurden; doch ist es nicht unmöglich, daß es sich um zufällige Zustände handelte. Die Resultate waren im einzelnen folgende:

	Ausgangs-material	Hungerkulturen		
	aus R. L. II (22°)	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen	—	21./2.—27./2.	21./2.—27./2.	21./2.—25./2.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	52	50	50	50
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		12	22	20
Mittlerer Durchmesser	28,9	24,3	21,8	19,4
Mittleres Volumen	24 137,569	14 348,907	10 360,232	7301,384
Volumabnahme in Proz.	—	40,6	57,1	69,76

Die schlechtesten Resultate lieferte Material aus der bei 15° gezogenen r. L., wenn es unter 22° hungern sollte. Dies ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß hier Tiere, die einen für ihre Plasmamenge bei 22° zu großen Kern mitbrachten, durch Hunger noch mehr von ihrem Plasma einbüßten. Hierdurch wurden offenbar zu hohe Anforderungen an ihre Regulationsfähigkeit gestellt, denen sie nicht nachkommen konnten. Trotz wiederholter Versuche wollten diese Kulturen nicht gelingen und auch die oben angeführte vom 13. Februar endete mit nur 2 Individuen. Man könnte einwerfen, daß doch von anderem Material, das bei Zimmertemperatur gezüchtet worden war, solche Hungerkulturen unter höherer Temperatur gelangen. Dagegen möchte ich folgendes sagen: In diesen Fällen handelte es sich um die kräftigsten Mitglieder einer Population, die in großen Einmachgläsern auf ihrem gewohnten Futterboden gezüchtet worden und an deren Regulationsvermögen noch keine Anforderungen gestellt waren. Dagegen war bei der „reinen Linie“ meiner Ansicht nach schon eine Umregulierung vor sich gegangen, was sich in dem Rückgang des Volumens ausspricht. Hertwig deutet schon früher an, daß wohl außer der Temperatur noch allerlei andere Faktoren eine „Umregulation“ bedingen können.

Digitized by Google

Stellt man die Resultate der von Stentor gezogenen Kulturen zusammen, so ergeben sich für die Volumverringerung folgende Zahlen:

Kulturen	bei 8°	bei 15°	bei 25°
vom 19./10.	—	60,38 Proz.	75,34 Proz.
vom 23./11.	31,2 Proz.	51,9 „	79,17 „
aus der R. L. I (15°)	24,2 „	46,5 „	79,65 „
aus der R. L. II (25°)	40,6 „	57,1 „	69,76 „
Durchschnitt	32,33 „	53,97 „	75,98 „

Mit der Reduktion der Größe war auch hier wie bei *Dileptus* eine solche der Kernmasse verbunden und zwar äußerte sie sich besonders in den aus Populationen abgezweigten Hungerkulturen in einer Verminderung der Anzahl der Kernstücke. Statt der im normalen Tier vorhandenen 19—21 zeigten die kleinsten Hungertiere nur mehr 5—6. Bei der reinen Linie, die, wie schon erwähnt, bereits in den Futterkulturen nur 10—14 Kernstücke aufwies, war die Verminderung der Anzahl eine weniger große. Auch hier war die Mindestzahl 5—6.

Wie die Reduktion der Anzahl der Kernstücke verläuft, ist aus einer der Abbildungen zu ersehen. Das Tier wurde, nachdem es 2 Tage gehungert hatte, abgetötet (Fig. 6). Wir sehen hier große, stark gefärbte Kerne neben kleineren, schwach gefärbten. Es hat den Anschein, als ob letztere ihr Chromatin an erstere abgäben und dann mehr und mehr zusammenschrumpften, während die anderen, an die sie durch den Verbindungsstrang von ihrem Inhalt abzugeben scheinen, prall gefüllt aussehen. Auf dem Bilde liegt sogar ganz regelmäßig ein im Verschwinden begriffenes Kernstück zwischen zwei normalen. Gewöhnlich beobachtet man kleine chromatinärmere Kerne unregelmäßig zwischen größeren, chromatinreicheren. Der schlauchartige Verbindungsstrang erscheint oftmals unterbrochen. Später verschwinden die chromatinarmen Überreste früherer Kerne immer mehr, bis schließlich nur mehr einige wenige gut färbbare Kernstücke zurückbleiben. Das Gesagte gilt nicht für die Kältekulturen. Hier ist ein Abnehmen der Kernsubstanz nicht nachzuweisen.

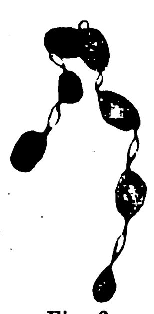


Fig. 6.

Digitized by Google

3. Untersuchungen an *Paramaecium*.

Endlich sollte noch der Größenrückgang bei Hunger für ein Infusor mit ungeteiltem Kern festgestellt werden. Dazu wurde *Paramaecium caudatum* gewählt. Dies bot den Vorteil, daß es möglich war, große Mengen zu verwenden. Dagegen hat dieses Objekt den Nachteil, daß man schwer bestimmen kann, in welchem Moment der absolute „Hunger" einsetzt und bis zu welchem Zeitpunkt die Tiere nur unter „Nahrungsmangel" leiden. Denn die Kulturen mögen noch so sorgfältig geführt werden, trotzdem kann es vorkommen, daß Bakterien ins Wasser verschleppt werden, ohne daß man es gleich bemerken und Abhilfe schaffen könnte.

Auch für *Paramaecium* gilt — wie schon in der Einleitung näher ausgeführt wurde — dasselbe, was von den Populationen von Stentor gesagt wurde; die in den Kulturen auftretenden Größenunterschiede sind die Produkte verschiedener Faktoren.

Eine Größenauslese unter der Lupe läßt sich für *Paramaecium* wegen der Kleinheit der Differenzen nicht gut durchführen. Ich war also vor die Wahl gestellt, die Populationen, wie sie waren, als Ausgangsmaterial für meine Hungerkulturen zu verwenden, oder mir wieder eine „reine Linie" aus einem Ausgangstier heranzuzüchten, wobei dann die Rassenunterschiede in Wegfall gekommen wären. Da ich aber bei Stentor die Erfahrung gemacht hatte, daß solche unter besonders strengen Kulturbedingungen geführten „reinen Linien" kein besonders gutes Material für Hungerkulturen liefern, entschloß ich mich zu dem ersten Wege, und zwar um so leichter, als die Ursachen der Größendifferenzen in der Ausgangskultur in bezug auf die Frage, die ich untersuchen sollte, von keinem Einfluß waren; denn es sollten ja nur mittlere Größenwerte miteinander verglichen werden, und zwar aus Kulturreihen, deren Material ein und derselben Stammkultur entnommen war, in denen sich also dieselben Verhältnisse wie in der Stammkultur wiederholen mußten.

Das am 11. Mai 1910 abgetötete Ausgangsmaterial zeigte das normale Aussehen einer gut gehenden Futterkultur. Abgerückte Nebenkerne, wie sie ein Zeichen hungernder Tiere sind, konnten nirgends beobachtet werden. Die Tiere wurden in Pikrinessigsäure abgetötet und mit Objektiv 7 und Oc. 3 gemessen. (Genaue Verteilung der Individuen auf Länge und Breite — Einleitung S. 132 und Tabelle nächste Seite.)

Digitized by Google

Hungerkulturen vom 11. bzw. 25./5.

Individuen der Länge nach geordnet.

Länge in Teilstrichen	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'	41'	42'	43'	44'	45'	46'	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	5	1	2	6	8	3	4	3	8	3	1	2
Anzahl d. Indiv. b. 8°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	1	4	4	1	6	2	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 15°	—	—	1	—	—	1	—	1	—	3	—	1	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	1	—	1	2	1	1	—	1	—	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Individuen der Breite nach geordnet.

Breite in Teilstrichen	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	2	10	16	16	2	3	—	1
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	2	3	7	7	5	1	—	—	—	—
„ „ „ „ 15°	2	—	1	1	2	2	2	—	—	1	—	—
„ „ „ „ 25°	—	—	3	3	2	1	2	—	—	—	—	—

Digitized by Google

Von diesem Material setzte ich je 100 Tiere in Hungerkulturen bei 8°, 15° und 25° und erhielt folgende Resultate:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 11./5.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen		11./5.—1./6.	25./5.—31./5.	11./5.—18./5.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	50	100	100	100
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		25	11	11
Mittlere Länge	54,6	48,5	43	39,5
Mittlere Breite	14,4	12,6	12	11,6
Mittleres Volumen	11 322	7699,86	6192	5315,12
Volumabnahme in Proz.	—	32	45,3	53,1

Die bei 15° geführte Kultur befriedigte mich nicht ganz; die ursprüngliche, am 11. Mai angesetzte Vergleichskultur nämlich war mir zugrunde gegangen, ohne daß ich ihr Ende auf Rechnung des Hungers hätte setzen können. Ich fand sämtliche Tiere der Kultur am 3. Tage tot, eine Erscheinung, die deutlich zeigt, daß nicht der Hunger, sondern irgendeine von mir nicht ermittelte Schädlichkeit hier die Todesursache gewesen sein mußte. Denn durch Hunger erliegen die Individuen niemals auf einmal, sondern in Abständen, die bedingt sind duıch den verschiedenen Ernährungs- und Verdauungszustand, in dem sie sich befinden, wenn sie in die Hungerkultur eingebracht werden. Leider hatte ich überhaupt unter dem Übelstande, daß mir plötzlich eine Vergleichskultur zugrunde ging, sehr zu leiden. Obwohl ich selbstverständlich auf Kulturwasser und -gefäße die größte Sorgfalt verwandte, geschah es doch, daß eine aus den angesetzten Kulturen vorzeitig aus mir unbekannten Ursachen einging. Dies Mißgeschick traf mich immer um so peinlicher, als dadurch auch die anderen, am Leben gebliebenen Hungerkulturen ihren Wert für Vergleichszwecke verloren hatten; denn eine Kultur, die aus demselben Material aber 3—4 Tage später angesetzt wurde, durfte streng genommen zu Vergleichen mit den früher angesetzten Kulturen nicht mehr herangezogen werden. Ändern ja doch die Paramäcien einer Stammkultur ihr Durchschnittsvolumen sehr leicht innerhalb weniger Tage, wenn ein Wechsel in der Ernährung oder der Temperatur eintritt.

Digitized by Google

Auch im oben erwähnten Falle war inzwischen das Futter erneuert worden und damit hatte sich das Durchschnittsvolumen der entnommenen Proben ganz bedeutend geändert. Die ungefähr gleiche Durchschnittsgröße ergaben die Proben erst wieder am 25. Mai. An diesem Tage wurde die neue Hungerkultur bei 15° angesetzt und diese konnte auch durchgeführt werden. War nun aber auch das Durchschnittsmaß des Ausgangsmaterials das gleiche, so steht doch nicht fest, ob es durch dieselben Faktoren bedingt war. Es können ja die Volumvergrößerung oder -verkleinerung ebensowohl die Temperatur wie Ernährungsverhältnisse bewirkt haben. Da ist nun wohl möglich, sogar wahrscheinlich, daß eine Kultur, deren Volumvergrößerung auf Temperaturabnahme beruht, sich dem eintretenden Hunger gegenüber anders verhält als eine Kultur, deren Volumvergrößerung durch Futterüberfluß herbeigeführt wurde. Eigentlich konnte ich nur solche Kulturen in Vergleich setzen, die ich an demselben Tage aus derselben Stammkultur entnommen hatte und in ganz gleichen Kulturschalen zog. Denn nach den bei Stentor gemachten Erfahrungen wäre es ja wohl möglich, daß auch die Größe des Kulturgefäßes auf die Größe der Tiere Einfluß gewinnen könnte.

Ich will deshalb nun die Maße einer Kulturreihe anführen, die allen oben gestellten Anforderungen entsprach.

Die Hungerkulturen waren am 20./7. einer Stammkultur entnommen, deren durchschnittliches Volumen 19310,4 betrug.

Die Resultate waren folgende:

(Verteilung der Individuen nach Länge und Breite s. Tabelle nächste Seite.)

	Ausgangs-material	Hungerkulturen		
	vom 20./7.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen		20./7.—8./8.	20./7.—2./8.	20./7.—27./7.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	50	100	100	100
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		30	25	13
Mittlere Länge	59,6	55,2	53,2	52
Mittlere Breite	18	16,3	13	11,9
Mittleres Volumen	19 310,4	14 666,088	8990,8	7363,72
Volumabnahme in Proz.	—	24	53,4	61,9

Digitized by Google

Hungerkulturen vom 20./7.

Individuen der Länge nach geordnet.

Länge in Teilstrichen	41'	42'	43'	44'	45'	46'	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'	62'	63'	64'	65'	66'	67'	68'	69'	70'	71'
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	2	2	6	4	1	3	3	3	3	1	4	3	6	2	—	—	1	1	1
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	—	—	1	—	—	—	1	3	1	—	3	2	6	2	2	3	1	3	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 15°	—	—	—	—	1	1	—	—	—	5	2	1	4	1	3	4	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	1	—	—	—	1	—	—	—	1	2	—	—	3	1	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Individuen der Breite nach geordnet.

Breite in Teilstrichen	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	1	4	10	5	11	5	9	3	1	1	—	—
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	—	—	4	8	11	1	2	1	1	1	—	—	—	1
„ „ „ „ 15°	1	3	5	7	6	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	—	4	7	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google

Stellt man die Resultate der beiden angeführten Kulturreihen zueinander in Vergleich, so ergibt sich folgende Tabelle:

Kulturen	Volumverringerung in Proz.		
	bei 8°	bei 15°	bei 25°
vom 11. bzw. 25./5.	32	45,3	53,1
vom 20./7.	24	53,4	61,9
Durchschnittlich	28	49	57,5

Während sich die Zellgröße verringert, gehen auch am Kern Veränderungen vor sich. Diese Vorgänge waren schon so oft Gegenstand genauer Untersuchung und sind von Wallengren, Kasanzeff und Khainsky so eingehend geschildert worden, daß ich nicht näher darauf eingehen möchte. Nur einzelne Punkte, in denen meine Beobachtungen etwas abweichen, will ich erwähnen.

Kasanzeff schildert das Aussehen der Tiere auf dem Stadium, auf welchem der Zerfall des Großkernes eintritt, in folgender Weise: „Sie (die Tiere) haben 2 Kleinkerne und einen in allen beobachteten Fällen in 4 Bruchstücke zerfallenen Großkern“ und etwas weiter sagt er: „Sehr auffallend ist die konstante Vierzahl der Großkernbruchstücke; sie stimmt überein mit der Zahl der infolge der Conjugation entstehenden Großkernanlagen; doch kann die Vierzahl der Bruchstücke des Großkernes jedenfalls nicht in der Weise erklärt werden, daß der Großkern eine rückläufige Metamorphose bis zum Stadium der 4 Großkernanlagen durchmacht, weil die 4 Großkernanlagen bei den ersten zwei Teilungen in der Weise verteilt werden, daß jedes aus der zweiten Teilung entstehende Individuum nur eine Großkernanlage bekommt und jeder Großkern aus einer einzigen Großkernanlage besteht.“ Er erwähnt dann ferner vergleichsweise die Beobachtungen Hertwig's an *Paramaecium aurelia*, wo auch ohne Conjugation ähnliche Veränderungen an Groß- und Kleinkern eintraten, von denen Hertwig sagt, daß sie „mit Sicherheit als Parthenogenesis gedeutet werden können“.

Ich konnte einen solchen Zerfall in gerade 4 Bruchstücke nicht wahrnehmen; sehr häufig beobachtete ich den Zerfall in 2 Stücke; öfters waren es auch mehr als 4; so zeigt ein Tier vom Ende einer Wärme-Hungerkur deren 6.

Daß meine Hungertiere sich hierin anders verhielten als die von Kasanzeff, dürfte darin begründet sein, daß Kasanzeff mit

Digitized by Google

Kulturen arbeitete, die offenbar „conjugationsreif" waren. In meinen Kulturen hatte ich nie Gelegenheit, Conjugationen zu beobachten; auch in den Hungerkulturen blieben sie aus. So dürften sich die verschiedenen Bilder des Kernzerfalls aus der verschiedenen „Disposition" der Kulturen erklären.

Khainsky erklärt die Zerstücklung des Macronucleus als das Produkt einer gewaltsamen, explosionsartigen Sprengung. Diese sei dadurch hervorgerufen, daß die festen Kernbestandteile in solche des Kernsaftes übergeführt würden. Im flüssigen Zustand hätten sie ihr Volumen derart vergrößert, daß ein Platzen des Kernes eintreten müsse. Er gibt dazu auch Abbildungen, in denen die Konturen der einzelnen Kernbruchstücke ein so zerrissenes Aussehen zeigen, daß man sie wohl als Überbleibsel einer gewaltsamen Sprengung deuten könnte. In meinem Material zeigen nun die einzelnen losgelösten Teile des Macronucleus niemals solche zerrissene Ränder; vielmehr sind sie stets scharf konturiert.

In bezug auf den Nebenkern habe ich nicht die ganze Reihe der Veränderungen wahrnehmen können wie Kasanzeff. Verschmelzung von Spindeln habe ich nicht gesehen. Auch dies dürfte sich aus dem verschiedenen Reifezustand unserer Kulturen erklären.

Aber ich kann nicht mit Khainsky übereinstimmen, der sagt, der Nebenkern erfahre durch den Hunger keinerlei Veränderung. Ich habe den Nebenkern in Teilung beobachtet und auch bei dem schon oben erwähnten Hungertier sehen wir neben dem Nebenkern 3 ganz kleine kompakte Körperchen, die als Produkte abgelaufener Nebenkernteilungen gedeutet werden dürften.

Vielleicht könnte man die Abschnürung des Macronucleus in einzelne Teile auf folgende Weise deuten: Die Untersuchungen an *Dileptus* und *Stentor* haben gezeigt, daß in hungernden Individuen die färbbare Kernsubstanz nach gewissen Zentren zu strömen scheint, deshalb Anwachsen einzelner Kernstücke, während andere farblos werden, schwinden, so daß wir am Schlusse die Anzahl der Kernstücke vermindert, ihre Größe wenigstens bei *Dileptus* erhöht finden.

Wallengren beschreibt im Macronucleus von hungernden Paramäcien kleine Körperchen, die sich stark mit Hämatoxylin färben, sich aneinanderlagern und schließlich mitsammen verschmelzen.

Dies könnte darauf deuten, daß auch hier die färbbare Kernsubstanz sich um gewisse Zentren sammelt. Die Abschnürung einzelner Kernteile wäre dann nichts als die Lostrennung dieser zentralisierten Massen voneinander, analog dem Durchreißen der Verbindungsstränge zwischen den einzelnen Kernstücken bei *Stentor*.


Digitized by Google

Allgemeiner Teil.

Sowohl *Dileptus*, als auch *Stentor* und *Paramaecium*, vermögen bei Hunger ihre Größe zu reduzieren. Diese Reduktion ist aber nicht bei allen drei Infusorien gleich weitgehend. Weitaus am meisten tritt sie bei *Dileptus* zutage; hier betragen die kleinsten Hungertiere durchschnittlich nur $^1/_{100}$ der Größe des Ausgangsmaterials, ja das kleinste zeigt einen Größenrückgang auf $^1/_{300}$ des ursprünglichen Volumens. Am geringsten ist die Reduktionsfähigkeit bei *Paramaecium*. Hier betragen die zum Schlusse verbleibenden Tiere immer noch $^2/_5$ der Größe des Ausgangsmaterials. *Stentor* übertrifft *Paramaecium* an Reduktionsfähigkeit, erreicht aber bei weitem nicht die von *Dileptus*.

Vergleichende Zusammenstellung der durchschnittlichen Reduktion in Prozenten.

Volumabnahme in Proz.	bei 8°	bei 15°	bei 25°	bei 30°
Dileptus	56	97	98	99
Stentor	32	54	76	—
Paramaecium	28	49	58	—

Zur Ergänzung möchte ich noch eine vergleichende Zusammenstellung derjenigen Kulturen geben, die unter den betreffenden Temperaturen die größte Volumabnahme für jedes der drei Infusorien erreichten:

Kulturen	bei 8°	bei 15°	bei 25°	bei 30°
Dileptus	31./7.—4./8. 75 Proz.	20./7.—31./7. 97,5 Proz.	9. 6—15. 6. 99,5 Proz.	11./8.—17./8. 99,7 Proz.
Stentor	r. L. II (25°) 41 Proz.	19./10. 60 Proz.	r. L. I (15°) 80 Proz.	—
Paramaecium	11./5 32 Proz.	20./7. 53 Proz.	20./7. 62 Proz.	—

Die Reduktionsmöglichkeit scheint an die Gestalt des Kernes gebunden zu sein; sie ist um so größer, in je kleinere Stücke der Kern von Anfang an zerlegt ist. *Dileptus*, dessen Kern in viele

Digitized by Google

Hunderte von kleinen Teilstücken zersplittert ist, reduziert auch sein Volumen weitaus am meisten. *Stentor*, dessen rosenkranzförmiger Kern immer noch gut gegliedert ist, wenn er sich auch in diesem Punkte nicht mit dem des *Dileptus* messen kann, kommt durch die Reduktion auf $^1/_4$ seines Volumens, während *Paramaecium*, das einen kompakten Kern aufweist, zugleich die geringste Fähigkeit zeigt, seine Größe zu reduzieren.

Die Ursache zu dem verschiedenen Verhalten der drei Versuchsobjekte liegt also offenbar in der Form ihres Kernes, d. h. in der verschieden großen Berührungsfläche zwischen Kern und Protoplasma. Je größer diese ist, um so rascher verläuft der Reduktionsprozeß der Zellgröße, um so weiter vermag er zu gehen. Je geringer die Fläche, auf der Plasma und Kern sich berühren, um so langsamer und unvollständiger wird die Größe des Tieres reduziert. Es handelt sich also offenbar um Vorgänge, die in der Grenzzone zwischen Kern und Plasma sich abspielen, mit anderen Worten um die Wechselwirkung zwischen beiden. In bezug auf diese Wechselwirkung entsteht nun zuerst die Frage: Ist sie eine rein physikalische oder ist sie mit einem Stoffaustausch zwischen den beiden Zellelementen verbunden?

Strasburger spricht sich darüber in seinen „Neuen Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei Phanerogamen" folgendermaßen aus: „Die Wechselwirkung zwischen dem Zellkern und dem Cytoplasma ist eine dynamische, d. h. sie findet ohne Stoffwanderung statt. Vom Zellkern aus pflanzen sich auf das umgebende Cytoplasma molekulare Erregungen fort, welche einerseits die Vorgänge des Stoffwechsels in der Zelle beherrschen, andererseits dem durch die Ernährung bedingten Wachstum des Cytoplasma einen bestimmten, der Species eigenen Charakter geben."

Nun sehen wir bei den Hungerversuchen einen bedeutenden Stoffverbrauch innerhalb der Zelle. Dieser erstreckt sich nicht nur auf das Zellplasma sondern ebenso auf den Kern, und zwar wird wie wir gesehen haben, dieser um so leichter resorbiert, je ausgedehnter die Berührungsfläche zwischen Kern und Plasma ist, je besser also letzteres auf ersteren zu wirken vermag.

Bei einer rein dynamischen Wechselwirkung zwischen Kern und Plasma ohne Stoffwanderung müßte sich der Kern, der ja dem Plasma nur Erregungen vermitteln würde — bis zum Schlusse in seinem Volumen erhalten. Daß im übrigen Strasburger selbst eine stoffliche Einwirkung des Plasmas seinerseits auf den Kern angenommen hat, geht aus dem Satze hervor, der sich direkt an die vorher zitierte

Digitized by Google

Stelle anschließt. Er sagt dort nämlich: „Das Cytoplasma seinerseits wirkt auf den Zellkern zurück und regt vor allem seine Teilung an, hat auch dessen Ernährung zu besorgen."

Man muß doch wohl annehmen, daß das Zellplasma diese letztere Funktion nicht auszuüben vermag, ohne daß es Stoffe an den Zellkern abgibt.

Nimmt man aber einmal Stoffaustausch zwischen Kern und Plasma an, so entsteht die Frage: Gibt primär der Kern Teilchen an das Plasma ab, oder entnimmt er ihm Stoffe? Erstere Ansicht vertritt bekanntlich HUGO DE VRIES in seiner „Intracellularen Pangenesis". Er denkt sich das Plasma ursprünglich aus kleinsten Teilchen, „Lebenseinheiten", „Pangenen" bestehend, die das Vermögen in sich haben, sich selbständig zu vermehren und neben denen alles übrige: Eiweiß, Glukose Salze usw. nur gelöst im Imbibitionswasser vorhanden ist. Die Entstehung des Zellkernes ist ihm in phylogenetischer Differenzierung eine „Arbeitsteilung" insofern, als sich die „inaktiven", d. h. gerade nicht funktionierenden Pangene in den Kern zurückziehen. Er sagt dann: „Sobald der Augenblick für bestimmte bis dahin inaktive Pangene gekommen war, müßten sie jetzt offenbar aus dem Kern ins Plasma übergehen. Dabei würden sie aber ihre Eigenschaften und namentlich ihr Vermögen zu wachsen und sich zu vermehren behalten." Und weiter: „Dieser Vorgang würde sich bei jeder Änderung der Funktion eines Protoplasten wiederholen, jedesmal würden neue Pangene aus dem Kern austreten, um aktiv werden zu können. In dieser Weise würde bald das ganze Cytoplasma aus den vom Kern bezogenen Pangenen und ihren Nachkommen bestehen." Und er leitet die Hypothese ab: „Das ganze lebendige Protoplasma besteht aus Pangenen; nur diese bilden darin die lebenden Elemente."

Die entgegengesetzte Ansicht vertritt HERTWIG. Er nimmt den umgekehrten Prozeß an, „daß der Kern dem Protoplasma Bestandteile entzieht, daß das Protoplasma bei der Funktion gespalten wird in eine funktionierende Substanz und in einen in den Kern eintretenden Rest".

Bei Anwendung dieser beiden Anschauungen auf die hungernde Zelle entsteht zuerst die Frage, ob wir uns die DE VRIES'schen Pangene stofflich verbrauchbar oder unverbrauchbar vorzustellen haben. Wären sie unverbrauchbar, so wäre, da ja nach DE VRIES das ganze lebende Plasma aus ihnen besteht, ein solcher Größenrückgang wie bei *Dileptus* überhaupt nicht denkbar. Sie müssen also verbraucht — abgebaut — werden können. Ferner frägt es sich, ob DE VRIES für die normal funktionierende Zelle annimmt,

Digitized by Google

Pangene für Verdauung und Assimilation träten nur einmal aus dem Kern aus, nämlich dann, wenn die Zelle zum erstenmal vor die Aufgabe des Stoffwechsels gestellt wäre; von da ab würden sie sich selbst im Plasma vermehren. Diese Vorstellung ist unzulässig, da ja sonst auch kernlose Protoplasmastücke, die die zur Verdauung und Assimilation notwendigen Pangene ja in sich hätten, diese Tätigkeiten müßten ausüben können. Dies ist aber nicht der Fall, wie Hofer's Experimente an kernhaltigen und kernlosen Stücken von Amoeben gezeigt haben, der zu dem Schlusse kommt, „daß der Kern auf die Verdauungsfähigkeit des Plasmas insoweit von Einfluß ist, als es dem Protoplasma nur unter der Mitwirkung des Kernes möglich ist, verdauende Sekrete zu produzieren". Ferner ist häufig beobachtet worden, daß der Kern an den Ort der lebhaftesten Zelltätigkeit rückt, oder daß umgekehrt um den Kern eine Zone sich ausdehnt, in der die Prozesse am intensivsten verlaufen.

Man kann also keine einmalige, sondern muß eine ständige Abgabe von Pangenen seitens des Kernes annehmen, da ja die hungernde Zelle fortfährt, zu „funktionieren"; sonst würde der Tod eintreten. Es müssen also die Kerne beständig zum Ersatz der verbrauchten Pangene herangezogen werden. Dieser Ersatz der verbrauchten Pangene könnte sich um so rascher und vollständiger vollziehen, je intensiver Kern und Plasma in einer Zelle aufeinander zu wirken vermöchten, d. h. je größer die Berührungsfläche zwischen beiden oder je gegliederter der Kern ist. Das Cytoplasma, das ja nach de Vries aus Pangenen besteht, müßte also in den Zellen mit fein verteiltem Kern wie bei *Dileptus* sich am längsten erhalten, da ja der Abbau der lebenden Substanz, der durch den Hunger bedingt wird, durch Austritt immer neuer Pangene aus dem Kern ausgeglichen werden müßte. Der Kern freilich würde sich hierbei erschöpfen; in der normal funktionierenden Zelle muß man ja wohl einen Ersatz der beständig austretenden Pangene in der Weise annehmen, daß vom Plasma aus wiederum Stoffe dem Kern zugeführt werden, wie Hertwig dies in: „Wechselwirkung zwischen Kern und Plasma" ausgesprochen hat; de Vries selbst erwähnt nichts von einem Ersatz der Kernsubstanz. In der hungernden Zelle muß diese Stoffzufuhr natürlich immer abnehmen, schließlich ganz aufhören; so daß das Ende der Zellfunktion dann eintreten wird, wenn der Kern zu erschöpft ist, neue Pangene ins Plasma abzugeben. Wir müßten also zum Schlusse kleine, chromatinarme Kerne in den Zellen finden. Vergleichen wir hiermit die Tatsachen, so zeigt sich, daß gerade die Tiere, die reich gegliederte Kerne haben, ihr Plasma am schnellsten

Digitized by Google

und vollständigsten einschmelzen, ja daß der Reduktionsprozeß in geradem Verhältnis zur Gliederung ihres Kernes steht. Ferner sehen wir die Kerne beim Hungertode der Zelle keineswegs erschöpft. Sie färben sich vielmehr intensiv und ihre Masse ist im Verhältnis zum Plasma bedeutender als in normal funktionierenden Zellen. Gerade die kleinsten Hungertiere von *Dileptus* zeigen das Aussehen von winzigen, fast vollständig mit Kernsubstanz erfüllten Säckchen. Aber auch *Stentor* und *Paramaecium* gehen durch Hunger in einem Zustand zugrunde, bei dem die Kernplasmarelation zugunsten des Kerns verschoben ist.

Paramaecium, an dessen kompaktem Kern man das am besten beobachten kann, zeigt sogar, wie KASANZEFF zahlenmäßig nachgewiesen hat, in der ersten Hungerperiode nicht nur ein relatives, sondern auch ein absolutes Anwachsen des Kernes.

Viel besser lassen sich die Resultate der Hungerversuche durch die HERTWIG'sche Annahme erklären. Der Kern ist hier unfraglich ständig zur Zellfunktion notwendig; denn er ist es ja, der an seiner Peripherie das Plasma spaltet in einen Faktor, den er in sich aufnimmt und in eine zweite Komponente, die im Plasma aktiv wird — funktioniert. Was wird nun im Falle des Hungers eintreten? Der Kern wird zunächst das Plasma weiterspalten und in seinem „funktionellen" Wachstum fortfahren. Die funktionierende Komponente wird inzwischen aus Mangel an aufgenommener Nahrung die in der Zelle vorhandenen Stoffe abbauen. Es wird eine um so raschere Abnahme der Zelle eintreten, je mehr von dem funktionierenden Faktor in Freiheit gesetzt wird. Der Kern aber wird eine um so energischere Spaltung des Plasmas durchführen können, je größer die Strecke ist, auf der er mit demselben in Berührung kommt, je reicher gegliedert er ist. Es braucht nicht mehr ausgeführt zu werden, wie sehr der Tatbestand dem entspricht.

Daß der Kern, der ja bis zum letzten Ende der Funktion einen Zuwachs aus dem Plasma erfahren muß, doch eine absolute Minderung seiner Substanz zeigt, erklärt sich aus der reorganisierenden Tätigkeit der Zelle. HERTWIG hat gezeigt, daß Zellen, in denen der Kern gegenüber dem Plasma zu stark angewachsen ist und die deshalb in Gefahr kommen, funktionsunfähig zu werden, imstande sind, Teile des Kernes zu resorbieren und so wieder funktionsfähig zu werden. Eine solche Resorption des Kernes erfolgt nun auch in der hungernden Zelle, die an Plasmaatrophie leidet, ebensowohl wie in der Zelle, die infolge einer besonders lebhaften Funktionsperiode einen hypertrophierten Kern hat. Ihr Eintritt ist bei *Paramaecium*

Digitized by Google

durch KASANZEFF direkt beobachtet worden und zwar auf zweifache Weise, entweder durch Ausstoßen färbbarer Substanzen aus dem Kern oder durch Abschnüren kleinerer Kernpartien, die im Plasma allmählich verschwinden.

Diese Resorption könnte man sich vielleicht nach Art der umkehrbaren Prozesse in der Chemie verlaufend denken, die ja auch bei normalen Verhältnissen schon in ganz geringem, kaum merkbarem Maße auch nach der Gegenseite verlaufen, bis irgend eine Verschiebung im Massenverhältnis oder in der Temperatur den rückläufigen Prozeß neben dem ursprünglichen zur Geltung bringt, oder ihm gar die Oberhand verschafft.

Daß die Größenabnahme mit steigender Temperatur energischer wird, mit fallender sinkt, wäre ebenfalls schwerer verständlich, wenn man mit DE VRIES eine Ernährung des Plasmas vom Kern aus annimmt. Diese müßte ja bei höheren Temperaturen rascher vollzogen werden; dort also müßte das Plasma langsamer schwinden, der Kern dagegen rascher sich erschöpfen. Daß dagegen die Zerlegung, die das Plasma nach HERTWIG erfährt, bei gesteigerter Temperatur um so intensiver sein und infolgedessen das Plasma um so rascher aufgezehrt werden muß, wie es tatsächlich der Fall ist, bedarf keiner näheren Ausführung.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Geheimrat Prof. Dr. HERTWIG, unter dessen Leitung die vorliegenden Untersuchungen ausgeführt wurden, für das meinen Studien entgegengebrachte Interesse meinen ergebensten Dank auszusprechen. Auch Herrn Prof. Dr. GOLDSCHMIDT bin ich für manche Anregungen zu Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

1884. STRASBURGER: Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen.

1889. DE VRIES: Intracellulare Pangenesis.

1889. HOFER, BRUNO: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des Kernes auf das Protoplasma.

1901. KASANZEFF: Experimentelle Untersuchungen über Paramaecium caudatum. Diss. Zürich.

1902. JICKELI: Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels usw.

1902. GERASSIMOW: Über den Einfluß des Kernes auf das Wachstum der Zelle.

1902. —: Die Abhängigkeit der Zelle von ihrer Kernmasse.

1902. WALLENGREN: Inanitionserscheinungen der Zelle.

1902 u. 1903. HERTWIG: Über das Wechselverhältnis zwischen Kern und Protoplasma.

1903. —: Über neue Probleme der Zellenlehre.

1906. KHAINSKY: Physiologische Untersuchungen über Paramaecium.

1908. JENNINGS: Heredity, Variation and Evolution in Protozoa.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut München.)

Über Kernteilung, Encystierung und Reifung von *Amoeba mira* n. sp.

Von
Dr. Hans Gläser.

(Hierzu Tafel 7 u. 8.)

Im Juni des Jahres 1910, als ich noch mit meinen Studien über die Kernteilung bei Amöben (Gläser 1912) beschäftigt war, untersuchte ich auch Schlamm, der aus den Osterseen (südlich vom Starnbergersee) stammte. Ich züchtete daraus zwei Amöben, von denen ich Reinkulturen anlegte. Durch den besonderen Bau ihrer Cysten fiel mir schon damals die größere der beiden Amöben auf. Ich brachte Agarstückchen mit freien Amöben in Uhrschälchen mit Leitungswasser und legte Deckgläschen hinein in der Hoffnung, daß ich nach einigen Tagen dicht mit Amöben bevölkerte Deckgläschen zu Präparaten verarbeiten könnte. Ich fand jedoch nach zwei Tagen die meisten Amöben encystiert. Ich wiederholte den Versuch und hatte dasselbe Ergebnis. Mir war das recht unangenehm. Es handelte sich hier sicher um eine Amöbe, die noch unbekannt war, und ich hätte gern ihre Kernteilung genauer untersucht. Ich vermutete, daß die Tiere durch die in jenen Tagen herrschende große Wärme zu so schneller Encystierung veranlaßt würden und legte daher zwei Kulturen in der gleichen Weise in einem Thermostaten bei 15° C an; nach zwei Tagen war ein großer Teil der Amöben encystiert. Ich fixierte ein Deckglas, nachdem die Kultur drei Tage

bei 15° gestanden hatte, mit Schaudinn's Sublimatalkohol[1]) und färbte es mit Eisenhämatoxylin. Dann stellte ich, da ich anderweitig stark in Anspruch genommen war, die Kultur beiseite, um sie später, wenn ich mehr Ruhe hätte, wieder vorzunehmen. Erst im August fand ich Zeit das Präparat genauer zu studieren. Ich erkannte bald, daß sich in den Cysten geschlechtliche Vorgänge abspielten. Ich nahm sofort meine Versuche, die Amöbe weiterzuzüchten, wieder auf, aber ohne Erfolg. Im September sah ich mich genötigt, sie vorerst ganz abzubrechen. Ich hatte jedoch inzwischen das Deckglas mit dem Kreuztisch sehr sorgfältig abgesucht und — wie die beigegebenen Tafeln zeigen — neben zwei Teilungsstadien die Encystierung und den ganzen Reifungsprozeß kennen gelernt. Meine Hoffnung, diese Befunde zu vervollständigen, hat sich bisher nicht erfüllt und da ich auch in nächster Zeit kaum Gelegenheit finden werde, die Untersuchungen wieder aufzunehmen, so übergebe ich hiermit meine damaligen Ergebnisse der Öffentlichkeit, da sie auch so noch wertvoll genug bleiben.

Die Amöbe, die durch den Bau ihres Kernes, die Kernteilung und die Gestalt ihrer Cysten genügend als neue Art charakterisiert ist, nenne ich *Amoeba mira*, um damit auf das Auffallende und Seltsame ihres Reifungsvorganges hinzuweisen.

Das Plasma der freien Amöben (Fig. 1 u. 2) ist hell, durchscheinend und farblos. Das Ectoplasma ist gering ausgebildet. Nur die entstehenden Pseudopodien stellen reines Ectoplasma dar; nach kurzer Zeit tritt stets auch das Entoplasma hinein. Dieses enthält zahlreiche stark lichtbrechende Kügelchen, den Kern und die kontraktile Vacuole. Die kontraktile Vacuole befindet sich gewöhnlich am Hinterende, der Kern liegt etwas weiter nach vorn zu, meist in der hinteren Hälfte der Amöbe. Die Pseudopodien treten vor allem an einer Seite auf, weshalb die Tiere meist lang ausgezogen sind (Fig. 1). Da aber an jeder Stelle des Körpers neue Pseudopodien hervorgebuchtet werden können, so erfährt die typische Gestalt der Amöbe bisweilen starke Abänderungen (Fig. 2). Wird die Bewegungsrichtung geändert, so bleibt die kontraktile Vacuole häufig an ihrem augenblicklichen Platze und dient gleichsam als Angelpunkt für die Drehung; das Plasma fließt über sie hinweg oder um sie herum und

[1]) Konz. wäss. Sublimatlösung: abs. Alkohol = 2:1, dazu 0,25 proz. Eisessig; das Gemisch wurde auf etwa 55° erhitzt.

Digitized by Google

sobald die neue Bewegungsrichtung deutlich erkennbar ist, befindet sich die kontraktile Vacuole wieder am Hinterende. Dort sieht man auch bisweilen kleine buckelförmige oder spitze Fortsätze, die wahrscheinlich ein klebriges Sekret darstellen, mit dem das Hinterende an der Unterlage befestigt wird. Zudem sind häufig am Hinterende Bakterien festgeklebt, die beim Kriechen mitgeschleppt werden, auch das spricht für die obige Annahme. Die Hauptmenge der im Entoplasma befindlichen Kugeln wird nach dem jeweiligen Vorderende geschoben. Die kontraktile Vacuole hat eine Pulsationsdauer von 65—100 Sekunden, sie entsteht meist aus zwei Anlagen. Der Kern und in ihm der Binnenkörper sind im Leben recht gut sichtbar. Der Kern ist etwa so groß wie die kontraktile Vacuole zurzeit ihrer Diastole.

Die Cysten (Fig. 3), die sehr regelmäßige Kugeln darstellen, sind besonders dadurch ausgezeichnet, daß zwischen der äußeren Membran und dem Körper des Tieres ein ansehnlicher freier Raum bestehen bleibt. Der Weichkörper ist offenbar durch eine besondere innere Membran geschützt, die im Gegensatz zur äußeren in den fixierten und gefärbten Präparaten nicht sichtbar ist. Sie umschließt den Körper sehr dicht und macht sich an der lebenden Cyste infolge ihres starken Lichtbrechungsvermögens nur als scharfe dunkle Umrißlinie um den Plasmaleib geltend. Wahrscheinlich handelt es sich nur um eine dicke Oberflächenhaut, daher auch ihr Verschwinden beim Fixieren. Die äußere Cystenmembran ist offenbar noch von einer dünnen Gallertschicht überzogen, die im gefärbten Präparat ebenfalls fehlt. Es ist aber auch möglich, daß diese äußerste Zone nur das Resultat einer optischen Täuschung ist und durch das starke Lichtbrechungsvermögen vorgespiegelt wird, das der äußeren Cystenmembran in frischem Zustande eigen ist. Die innere und die äußere Cystenmembran im Verein mit der dazwischen liegenden freien Zone, die eine Isolationsschicht darstellt, bedeuten einen sehr wirksamen Schutz für den Weichkörper gegen äußere Einflüsse. Das Plasma ist mit stark lichtbrechenden Kügelchen erfüllt; man erkennt daher nur mühsam den gewöhnlich exzentrisch liegenden Kern.

Die Größe der freien Amöben beträgt 20 μ, die der Cysten 10,5—13,5 μ.

Das Entoplasma der fixierten Tiere zeigt eine gut sichtbare gleichmäßige wabige Struktur; in den Knotenpunkten sind etwas stärker färbbare Granulationen eingelagert. Das Ectoplasma erschien

Digitized by Google

vollkommen hyalin. Der Kern hat einen stark färbbaren Binnenkörper, in dem man bisweilen ein zentrales Korn findet, doch glaube ich nicht, daß es sich dabei um ein Centriol handelt, sondern es wird ähnlich sein wie bei *Amoeba lamellipodia* (Gläser 1912, S 100). Der Kernmenbran, die deutlich sichtbar ist, liegt sehr fein verteiltes Chromatin an, das mit dem Binnenkörper durch Lininfäden verbunden ist (Fig. 4a und b).

Von der Teilung sind mir nur zwei Stadien zu Gesicht gekommen. Es handelt sich um eine frühere und eine späte Anaphase (Fig. 5 und 6). Die beiden Figuren zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit Bildern, die Nägler (1909) von der Teilung der *A. horticola* gibt (man vergleiche seine Fig. 68 u. 70). Eine Identität zwischen *A. mira* und *A. horticola* ist jedoch ausgeschlossen, wie die Betrachtung der ruhenden Kerne lehrt. Nach Nägler besitzt *A. horticola* nur „Spuren" von Außenchromatin, bei *A. mira* ist ein sehr deutliches Außenchromatin vorhanden, das auch trotz der starken Differenzierung meines Präparates sichtbar ist.[1]) Das ist besonders auffällig, weil sonst das Außenchromatin beim Entfärben der Präparate ziemlich rasch zu verschwinden pflegt. Ferner besitzt *A. horticola* ein gut entwickeltes Ectoplasma (Nägler, Fig. 14), während es bei *A. mira* nur schwach ausgebildet ist. Meine Fig. 5 zeigt zwischen den Tochterplatten deutliche Spindelfasern und beweist somit von neuem die Entstehung des stark färbbaren Fadens in der Anaphase (Fig. 6) durch Verschmelzung von Spindelfasern. Gerade wegen der Ähnlichkeit meiner Bilder mit denen von *A. horticola* bedaure ich es außerordentlich, daß ich nur die zwei abgebildeten Stadien finden konnte, weil ich hier meine Behauptungen über Pro- und Metaphase der *A. horticola* (Gläser 1912 S. 101 f) durch Beispiele an einem sehr ähnlichen Objekt hätte als richtig erweisen können. Fig. 5 und 6 geben weiterhin von neuem eine Bestätigung meiner Ansicht, daß sich alle Amöben während der Teilung abkugeln. Ein Centriol war in Fig. 5 trotz der genügenden Differenzierung nicht zu entdecken.[2])

---

[1]) Ich habe beim Differenzieren mein Augenmerk auf die Cysten gerichtet; daher sind die freien Amöben sämtlich stark extrahiert.

[2]) In einer kürzlich erschienenen Arbeit hat Jollos (1911) „Centriolen" und eine „Centrodesmose" von einem „unvoreingenommenen" Beobachter (wie er selbst schreibt) zeichnen lassen. Er glaubt damit offenbar einen unumstößlichen Beweis für die Richtigkeit der Centriolenlehre geliefert zu haben. Das ist ein Irrtum. Er hat nur bewiesen, daß gelegentlich im Binnenkörper stark färbbare Körnchen und zwischen Binnenkörperteilen Fibrillen vorkommen können. Das habe ich auch bei *A. lamellipodia* gezeigt und damals auf den zweifelhaften Wert derartiger Befunde hingewiesen. Ich betone nochmals: nicht auf die stark färbbaren Körnchen

Digitized by Google

Der Encystierung geht ein bedeutendes Anwachsen der Tiere voran (Fig. 7). Dann teilt sich der Kern amitotisch, wie es die Fig. 8—11 zeigen. Dabei zieht sich offenbar zunächst das Außenchromatin von der Kernmembran mehr nach innen zusammen. Der Binnenkörper streckt sich erst in die Länge, wenn die Durchschnürung des Außenchromatins schon ziemlich weit fortgeschritten ist (Fig. 8). Daher findet man auf den späteren Stadien die neuen Außenchromatinbezirke schon stets vollkommen getrennt, wenn der Binnenkörper noch zusammenhängt (Fig. 9—11).[1])

In den beiden einzigen Mittelstadien, die ich hiervon besitze (Fig. 9 u. 10), ist der langgestreckte Binnenkörper beide Male deutlich heteropol gestaltet. Ob es sich dabei um ein regelmäßiges Vorkommnis handelt, möchte ich nicht mit Bestimmtheit behaupten, doch wäre es nach dem späteren verschiedenen Schicksal der beiden entstehenden Kerne wohl denkbar. Jedenfalls wird die Ungleichheit schon im nächsten Teilungsschritt verwischt (Fig. 11). Der Teilung des Chromatinbestandes folgt die des Kernsaftraumes, der jetzt eine deutliche Kernmembran zeigt. Zwischen den Tochterkernen wird ebenfalls eine Membran abgeschieden, der eine Einschnürung von außen entgegenkommt (Fig. 12). Die Trennung ist in Fig. 13 vollzogen. [2])

Auf diesem Studium erfolgt die Encystierung (Fig. 14). Dabei treten im Protoplasma dunkel färbbare Körper auf, die anfangs kompakte Kugeln darstellen und nur in Fig. 14 im richtigen Farbton gezeichnet sind. In allen übrigen Bildern sind sie der Deutlichkeit halber nur schwach angedeutet; ihre Lage und Größe entspricht genau den Verhältnissen im Präparat.. Sie sind stets ebenso schwarz gefärbt wie das Chromatin und machen daher besonders in den älteren

---

im Binnenkörper und nicht auf die Fibrillen kommt es an, sondern darauf, daß am Ende der Fibrille Centriolen sitzen und daß diese Centriolen sich kontinuierlich mindestens bis zur frühen Anaphase verfolgen lassen.

[1]) Daraus geht wohl klar hervor, daß der Binnenkörper passiv zerdehnt wird, ein Verhalten, das nach REICHENOW (1909) für alle Binnenkörper gelten soll. Vergleicht man jedoch Fig. 8—11 mit den Prophasen von *Amoeba tachypodia* (GLÄSER 1912), so zeigt sich, daß diese Anschauung sich nicht halten läßt. Der Binnenkörper von *A. tachypodia* gibt tatsächlich den Anstoß zur Teilung und beeinflußt sie auch später aktiv.

[2]) Anmerkung bei der Korrektur: In einer kürzlich erschienenen Arbeit (Sur le genre *Sappinia* DANGEARD. Bull. Soc. Zool. France T. 37 1912) rechnet ALEXEIEFF die *Amoeba mira* dem Genus *Sappinia* zu (wohin er auch die *A. diploidea* stellt). ALEXEIEFF wird jetzt selbst einsehen, daß er diese Annahme nicht aufrecht erhalten kann.

Digitized by Google

Cysten (Fig. 36—38) manchmal Schwierigkeiten. Doch ist immer die deutlich sichtbare Kernmembran außer dem Kernsaftraum ein sicheres Zeichen, daß man einen Kern vor sich hat. Zudem erkennt man die stark färbbaren Körper auch in den Fällen, wo sie einem Kern ähnlich sind, immer daran, daß sie scheinbar schlecht fixiert und extrahiert sind, während für die Kerne beides nicht in Betracht kam. Endlich lassen sich stets Cysten finden, in denen infolge der günstigen Anordnung der färbbaren Körper die Kerne sehr deutlich hervortreten. Das ist bei sämtlichen abgebildeten Stadien der Fall.

In den frisch geteilten Kernen macht der Binnenkörper anscheinend selbständige amöboide Bewegungen (Fig. 14 unten), und tatsächlich findet man ihn auf den folgenden Stadien stets exzentrisch. Oft sind dann beide Binnenkörper einander zugekehrt, wie es Fig. 16 zeigt. Auch das Außenchromatin ändert sein Aussehen: dadurch daß die einzelnen Chromatinkugeln auf das vorher schon vorhandene, nur sehr schwach gefärbte Liningerüst abfließen, tritt dieses deutlich hervor (Fig. 16).

Wir haben jetzt also zwei Kerne mit einem chromatischen Reticulum und je einem chromatischen Nucleolus. Beide sind ganz gleichmäßig gebaut. Daß trotz dieser morphologischen Übereinstimmung ihr physiologischer Wert völlig verschieden ist, beweist die weitere Entwicklung. Der eine Kern bleibt zunächst unverändert, der andere beginnt sich stärker zu färben, aber noch sind Reticulum und Binnenkörper zu erkennen (Fig. 17); später ist auch das nicht mehr möglich. Es liegt jetzt eine tiefschwarz gefärbte, homogene Kugel vor, die an Größe gegen vorher nur um ein Geringes abgenommen hat und die so, wie sie Fig. 18 zeigt, in allen späteren Stadien mit Ausnahme von Fig. 39—42 sich findet.

Der intakt gebliebene Kern lockert sich auf (Fig. 19) und geht schließlich in ein deutliches Spirem über, auf dessen anscheinend zusammenhängendem Faden feinste Chromatinpartikelchen aufgelagert sind (Fig. 20). Indem der Faden sich im Umkreis des Binnenkörpers stärker aufknäuelt, entsteht zunächst eine lockere, dann eine dichtere Synapsis (Fig. 21 und 22). Dabei scheint der vorher kontinuierliche Faden in einzelne Stücke zu zerfallen, deren Enden sich am Binnenkörper befestigen, bes. deutlich in Fig. 21 (Bukettstadium?). Als nächstes Stadium möchte ich Fig. 23 anfügen, einmal weil der Binnenkörper beträchtlich kleiner geworden ist (er verschwindet in der Folgezeit ganz!), dann auch, weil das Aussehen ein ganz anderes ist als das des Spirems von Fig. 20. Der Faden ist dünner, er scheint nicht mehr zusammenhängend zu sein und an verschiedenen Stellen

Digitized by Google

an der Peripherie zeigt er Verdichtungen. Man muß wohl annehmen, daß jetzt die Substanz des Binnenkörpers auf den Faden abfließt. (Genaueres läßt sich selbstverständlich wegen der Kleinheit des Objektes nicht ermitteln.)

Der in Fig. 24 gezeichnete Kern mag den ferneren Verlauf zeigen. Der Binnenkörper ist verschwunden, der Faden in einzelne kürzere, dafür aber dickere Stücke geteilt. Es sind, soweit sich das zählen läßt, etwa 15 oder 16, zum Teil gewunden, zum Teil in der Mitte geknickt; die mit $\times$ bezeichneten machen den Eindruck, als ob sie durch eine solche Knickung und darauf folgende Kontraktion ihre Doppelpunktform angenommen hätten. Einen weiteren Schritt gibt dann Fig. 25: die Zahl der Bruchstücke, aber auch ihre Kompaktheit hat zugenommen; einige scheinen durch nochmalige Spaltung verdoppelt zu sein. Diese Vermutung wird bestärkt, wenn man Fig. 26 betrachtet; fast alle Körperchen sind verdoppelt, an einigen erkennt man, daß die Spaltung in der Längsachse eines etwas längeren als breiteren Stäbchens erfolgt sein muß. Eine möglichst genaue Zeichnung mit dem Zeichenapparat gab etwa 30 (32?) derartiger Doppelstäbchen.

An diese komplizierten Vorgänge schließen nun einfachere an. In Fig. 27 sieht man eine Spindel im Stadium der Äquatorialplatte. Die Spindelfasern sind schwach ausgeprägt, die Pole abgestumpft. Eine Polansicht gibt Fig. 28 wieder; man zählt mit ziemlicher Sicherheit 16 Chromosomen. Fig. 29 gibt eine frühe, Fig. 30 eine späte Anaphase; die Spindel durchsetzt stets die ganze Cyste, die Tochterplatten liegen an der Oberfläche. Eine Zählung der Chromosomen ist hier unmöglich wegen der starken Verkürzung, in der sich die Tochterplatten darbieten. Immerhin läßt die Zahl der Spindelfasern, die man feststellen kann, einen Rückschluß zu auf die Zahl der Chromosomen, wenn man noch das Äquatorialplattenstadium zuzieht. Man kann in der Anaphase 4 Spindelfasern deutlich zählen (Fig. 30), es werden also 8 Spindelfasern vorhanden sein; damit an der Peripherie 8 Chromosomen, denn jeder Faser entspricht nur eins, wie die Abbildung zeigt. Da die Chromosomen aber auch im Innern der Platte noch verstreut sind (wie die Äquatorialplatte, Fig. 28, erkennen läßt), so kommt man auf eine Zahl, die größer als 8 ist, also wohl 16. Damit stimmt dann auch Fig. 31 überein, die die Tochterkerne kurz nach der Teilung wiedergibt; es lassen sich etwa 15—16 Chromatinkügelchen feststellen, jedenfalls also mehr als 8.

Die beiden Kerne scheinen sich ohne ein Ruhestadium wieder in Spindeln umzubilden. Wenigstens ist mir nie ein Stadium mit

Digitized by Google

2 ruhenden Kernen zu Gesicht gekommen, obwohl ich von Anfang an meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet habe.

Die beiden Spindeln sind in Fig. 32 und 33 dargestellt. Sie sind der ersten Spindel ganz ähnlich, nur erreichen sie ihre Größe nicht. Die Polansicht der Fig. 33 zeigt, daß auch hier mehr als 8 Chromosomen in die Äquatorialplatte eingehen.

Das Stadium der Tochterplatten habe ich nicht zu Gesicht bekommen. Ich muß also die vierkernige Cyste anschließen. Und zwar gibt Fig. 34 die Kerne offenbar kurz nach der Teilung wieder; das Chromatin ist noch in kleinen Körnchen vorhanden, die etwa die Größe der Chromosomen haben. Es sind mehr als 8, nur der tiefer liegende Kern rechts oben ist schon etwas vorausgeeilt und hat die Ruheform angenommen, wie sie in Fig. 35 alle 4 Kerne zeigen. An der Peripherie liegen gewöhnlich 6 Chromatinkugeln, die untereinander durch eine schwach färbbare Substanz verbunden sind und durch Radien mit einem zentral liegenden, etwas größeren Körper zusammenhängen.

Von diesen 4 Kernen gehen in der Folge 3 auf dieselbe Weise durch Pyknose zugrunde, wie es der Kern in Fig. 17 und 18 tat. Die Fig. 36—38 zeigen den Vorgang in seinen Einzelheiten. Inzwischen ist die Cyste dicht gefüllt mit den „schwarzen Körpern", was dadurch noch verstärkt wird, daß sie sich zu kontrahieren beginnt.

Darauf verschwinden plötzlich die dunklen Inhaltskörper und es tritt deutlich das vacuolisierte Plasma hervor. Darin findet man den Kern so wieder, wie wir ihn verlassen haben und an der Peripherie drei kleinere und eine größere schwarze Kappe: die pyknotischen Kerne, die jetzt aufgelöst werden (Fig. 39 und 40).

Die Auflösung der degenerierten Kerne und das Verschwinden der stark färbbaren Körper scheint mir in ursächlichem Zusammenhange zu stehen. Über die gleichen Gebilde in Cysten habe ich schon in meiner früheren Arbeit berichtet und dabei die Annahme Näglers (1909) zurückgewiesen, daß es sich um Parasiten handle. Ich wüßte nicht, wie man sich das plötzliche Verschwinden von Parasiten aus der Cyste denken sollte; denn die Membran bleibt unverletzt. Wohl aber kann man zweierlei feststellen: einmal daß die Inhaltskörper schon vorher in kleinere Brocken zerfallen, und dann, daß die Cysten sich vom Stadium der Fig. 39 ab schlechter färben als vorher. Das spricht dafür, daß die stark färbbaren Körper aufgelöst und in die Cystenmembran eingelagert werden. Ich nehme an, daß die chemische Umwandlung, die dabei vor sich geht,

Digitized by Google

durch die sich auflösenden Kerne entweder begünstigt oder veranlaßt wird.

Über das weitere Schicksal des Kernes in den Cysten kann ich vorläufig nichts Bestimmtes sagen, da mir nur die in Fig. 41 und 42 abgebildeten Stadien vorliegen. Fig. 41 zeigt eine Cyste, in der von den degenerierten Kernen keine Spur mehr vorhanden ist. Fig. 42 enthält zwei Kerne. Dieses Bild ist mir nur einmal zu Gesicht gekommen und wohl anormal. Der gegenwärtig recht beliebten Methode, in zweikernigen Cysten ohne weiteres Autogamiestadien zu erblicken, möchte ich mich nicht anschließen.

Überblickt man das im vorhergehenden Geschilderte, so ist es klar, daß wir es hier mit geschlechtlichen Vorgängen zu tun haben. Die Frage, ob nach dem Auskriechen aus den Cysten zwei Tiere miteinander copulieren, muß ich leider noch offen lassen. Es ist mir bisher nicht gelungen, die Amöben zum Auskriechen zu bringen, und ich muß daher annehmen, daß Dauercysten vorliegen, die eine längere Ruhezeit nötig haben; vielleicht spielt auch die Temperatur in der ferneren Entwicklung eine Rolle.

Über die Bedeutung der Vorgänge in der Cyste habe ich mir folgende Vorstellung gebildet. Die amitotische Kernteilung, die der Encystierung vorausgeht, ist der „Epuration“ gleichzusetzen, wie sie sich besonders bei Gregarinen und Coccidien findet. Es ist eine Abspaltung des überschüssigen (trophischen) Chromatins. Da die Lebenstätigkeit in der Cyste stark herabgesetzt ist, so ist die Erhaltung des somatischen Kernes nicht nötig, weshalb er degeneriert. Die nun folgenden Veränderungen des erhalten gebliebenen Kernes entsprechen der Wachstumsperiode der Geschlechtszellen der Metazoen. Das Spirem zerfällt in 32 gespaltene Chromosomen (Längsspalt?). Ich vermute, daß 32 die Normalzahl der Chromosomen für die Amöbe darstellt. Vor Eintritt in die erste Teilung, die als erste Reifeteilung aufzufassen ist, erfolgt eine paarweise Conjugation der Chromosomen so daß sich in der Äquatorialplatte 16 bivalente Chromosomen finden. Diese werden durch Spaltung geteilt, so daß in die Tochterplatten je 16 Chromosomen eingehen. Wahrscheinlich erfolgt schon bei dieser ersten Teilung die Trennung väterlicher und mütterlicher Elemente, und die Chromosomen der Tochterplatten stellen danach univalente Elemente dar. Die Teilung der Tochterkerne ist als zweite Reifeteilung aufzufassen. Die Äquatorialplatte und die Tochterplatten enthalten ebenfalls 16 Chromosomen. Von den entstehenden 4 Tochterkernen gehen 3 als Reduktionskerne zugrunde. Wir haben es hier mit dem gleichen Reduktionsvorgang zu tun, wie

Digitized by Google

er uns von den Geschlechtszellen der Metazoen schon lange bekannt ist. Während dort in der Spermatogenese der ursprüngliche Zustand erhalten geblieben ist, indem alle vier Kerne gleichwertige Zellen liefern (Spermatiden), dominiert in der Ovogenese eine Zelle, die übrigen drei werden rudimentär (Richtungskörper). Häufig freilich ist der erste Richtungskörper schon so wenig lebenskräftig, daß seine Teilung unterbleibt und der ganze Reifungsvorgang den Eindruck einer Chromatinabgabe seitens des Eikerns macht. Der Reduktionsvorgang der *Amoeba mira* hält also zwischen Spermatogenese und Ovogenese die Mitte und ist direkt an die Spermatogenese anzuschließen.

Es ist mir bei Protozoen kein Fall bekannt, der sich dem soeben beschriebenen an die Seite stellen ließe.

Was die Abstoßung des überschüssigen (trophischen) Chromatins anlangt, so scheint sich das am Anfang der geschlechtlichen Entwicklung aller Amöben zu finden. Wenigstens trifft es in allen bisher bekannten Fällen zu. Nach Nägler (1909) teilt sich bei der *Amoeba albida* zunächst der große Kern in der Cyste „hantelförmig meist durch heteropole Einschnürung; allein nicht immer ist der Unterschied besonders auffallend, vielmehr sind oft zunächst beide Kerne annähernd gleichgroß". Der größere ist der vegetative Kern, der kleinere der generative. Ich habe bei meiner Amöbe, wie gesagt, keinen Unterschied feststellen können, weder in der Größe noch in der Struktur. Nur die in Fig. 9 und 10 abgebildete heteropole Teilung des Binnenkörpers könnte auf einen Unterschied hinweisen. Das würde sich dann mit der „heteropolen Einschnürung" Nägler's vergleichen lassen. Der vegetative Kern der *A. albida* lockert sich dann auf und „rückt gewöhnlich an den Rand heran und plattet sich an der Cystenmembran ab". Dort löst er sich früher oder später auf; man kann ihn (allerdings ausnahmsweise) noch auf sehr späten Stadien völlig intakt im Innern der Cyste antreffen. Derartige Unregelmäßigkeiten konnte ich bei meinem Objekt nicht feststellen. Bei der *A. diploidea* (Hartmann u. Nägler 1909, Nägler 1909) wird das überschüssige Chromatin in Form von Chromidien ebenfalls im Anfang der Encystierung abgeschieden; bei der *Entamoeba ranarum* erfolgt nach Dobell (1909) vor der Encystierung eine starke Chromatinabgabe ans Plasma. Den gleichen Vorgang stellte Schaudinn (1903) bei der *Entamoeba coli* fest. Hier lösen sich die beiden Kerne, die durch eine primitive Mitose aus dem ursprünglichen Kern hervorgehen, entweder ganz oder teilweise

Digitized by Google

in Chromidien auf, wobei dann der Rest im zweiten Falle vollkommen oder teilweise ausgestoßen wird. Dementsprechend wird ein größerer oder geringerer Teil des Chromidiums resorbiert, aus dem Rest bilden sich die neuen Kerne. „Gemeinsam ist diesen verschiedenen Vorgängen, daß stets ein Teil der ursprünglich im Kern enthaltenen Substanzen zugrunde geht, während aus einem andern Teil der neue Kern rekonstruiert wird“. Die Erklärung für diese Erscheinung muß man nach SCHAUDINN in der Doppelnatur des Amöbenkernes suchen. Die Geschlechtskernsubstanz ist „bei *Entamoeba coli* mit der vegetativen Kernsubstanz in einem Kern vereinigt, zur Trennung kommt es nur vor der Copulation, dann wird die Substanz des Stoffwechselkerns oder er selbst ganz ausgestoßen oder in anderer Art vernichtet, für kurze Zeit tritt ein Chromidium auf, aus dem sich die Geschlechtskerne differenzieren.“ Die Trennung der beiden Chromatinsorten zeigt in überaus klarer Weise die *Amoeba mira*.

Schließlich hat BRODSKY (1910) einige Stadien aus der geschlechtlichen Fortpflanzung der *A. hyalina* beschrieben, die mit meinen Bildern eine gewisse Ähnlichkeit haben. Freilich kommen sie ganz anders zustande. Während der Encystierung laufen nach BRODSKY zwei Prozesse nebeneinander her: die Ausstoßung des alten Caryosoms und die Bildung des neuen. Das alte Caryosom rückt an die Peripherie und wird, wenn die Cystenmembran noch nicht abgeschieden ist, ausgestoßen. Während des Wanderns tritt die achromatische Substanz über die Peripherie des Caryosoms heraus,[1]) die Kernmembran wird aufgelöst und der Kernsaftraum nimmt allmählich ab, so daß schließlich das Plasma direkt ans Caryosom grenzt. Die achromatische Substanz wird vom vorwärtsrückenden Caryosom ans Plasma abgegeben. („The Caryosome begins to move and in quitting its old place leaves behind a lump of the achromatine substance secreted by it.“) Was dem „lump“ entspricht, ist mir nicht ganz klar geworden. Meint BRODSKY damit „eine größere Anzahl“? „Lump“ drückt jedenfalls soviel aus wie Masse, Stück, Klumpen; man findet jedoch in den Zeichnungen nur regellos im Plasma verteilte Körnchen, die BRODSKY später aber als Chromatin beansprucht. Die achromatische Substanz mischt sich vollständig mit dem Netzwerk des Plasmas. „Simultaneously in the plasm begin to appear small drops of the chromatine substance; at first they are disposed upon the periphery of the cyst, but later come to

---

[1]) „Protrudes upon the periphery of the karyosome.“


Digitized by Google

its centre. At this time a light vacuole formed by the accumulation of nuclear juice is seen in the centre of the cyst.“ In diesem „light juice space“ soll sich dann auch etwas achromatische Substanz aus dem Plasma sammeln, auf dem die Chromatinkugeln entweder in Form eines Ringes oder als unregelmäßiger Haufen sich verteilen sollen. Schließlich tritt um den Kernsaftraum noch eine Membran auf und das neue Caryosom ist fertig. Das alte Caryosom wird, wie gesagt, in der Regel ausgestoßen und zwar noch bevor das neue zusammengeflossen ist. Wenn es aber den geeigneten Moment verpaßt, d. h. wenn die Cystenmembran gebildet ist, bevor es die Peripherie erreicht hat, dann bleibt es entweder unverändert in der Cyste liegen oder zerfällt in größere oder kleinere Stücke. Zum mindesten überflüssig finde ich die Erörterung, die Brodsky über die Abbildung einer zweikernigen Cyste bei Vahlkampf (1905) anstellt. (Vahlkampf hat nur ein einziges Mal eine derartige Cyste gefunden!) Zu ihrer Erklärung führt er seine Fig. 13 und 14 an und deutet den (wahrscheinlich zufällig) etwas größeren Kern in Vahlkampf's Fig. 27 als das alte Caryosom und den kleineren als das neugebildete. Vahlkampf wird ihm dankbar sein für diese Aufklärung. Selbstverständlich muß man die eigenen Beobachtungen mit der vorhandenen Literatur in Zusammenhang bringen; aber ein derartiges Verfahren heißt doch die analogen Fälle an den Haaren herbeiziehen!

Es ist schwierig, sich eine Vorstellung der tatsächlichen Vorgänge zu machen, die bei der *A. hyalina* vorliegen. Brodsky's etwas abenteuerliche Kombination scheint mir verfehlt zu sein. Ich halte es auch für überflüssig, irgendeine Erklärung zu versuchen, da wir ja keine Ahnung haben, woher denn alle die chromatine drops kommen, aus denen Brodsky sein neues Caryosom zusammenbaut. Außerdem kann ich aus seinen Abbildungen beim besten Willen keine Abgabe achromatischer Substanz durch das auswandernde alte Caryosom sehen. Ferner ist in keiner der Fig. 8—11 etwas zu finden, was einer „light vacuole formed by the accumulation of nuclear juice“ im Zentrum der Cyste entsprechen könnte. Endlich ist wenig einleuchtend, daß sich die vorher überall im Plasma verteilten achromatischen und chromatischen Bestandteile und der Kernsaft später so schön in der Mitte der Cyste zu einem Kern zusammenfinden. Es wird das Beste sein, die Arbeit einstweilen zurückzustellen, bis über dasselbe Objekt neue Untersuchungen erscheinen werden.

Digitized by Google

Die Reduktion bei Protozoen.

Reifungserscheinungen sind bei Protozoen vielfach beschrieben worden. Freilich handelt es sich in der überwiegenden Mehrzahl nicht um Reduktionsvorgänge, wie wir sie von den Metazoen her kennen, also nicht um eine Halbierung der Chromosomenzahl durch zwei aufeinanderfolgende Teilungen.

Wir müssen hier zunächst eine Gruppe von Vorgängen anführen, die man auch als „Reifung" bezeichnen kann. Der Prozeß hat mit der echten Reduktion nichts zu tun. Es handelt sich dabei nur um Abstoßung einer gewissen Menge chromatischer Substanz beim Eintritt der Zelle in die Geschlechtsperiode. „Dieselbe Zelle, welche kurz zuvor die Tätigkeit eines selbständigen Organismus erfüllte, schränkt dieselbe ein und wird Geschlechtszelle" (Hertwig 1902). Ich habe oben schon festgestellt, daß eine Chromatinverminderung bei Amöben zu Beginn der Encystierung von verschiedenen Beobachtern angegeben wird. Das schönste Beispiel ist nach meiner Meinung die von mir untersuchte *Amoeba mira*, bei der beide Chromatinsorten als vollkommen gleiche Kerne auftreten. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bei vielen Coccidien. So gibt Schaudinn (1899) für *Eimeria schubergi* an, daß der Macrogamet beim Übergang in die Kugelform unter Kontraktionserscheinungen sein Caryosom ausstößt. Nach Siedlecki (1905, 1907) erfolgt das bei *Caryotropha* sowohl in den Macrogameten als auch in den Microgametocyten.

In etwas anderer Weise geht die Herausarbeitung des Geschlechtskernes bei Gregarinen vor sich; nicht das überschüssige Chromatin wird abgestoßen, sondern das generative schält sich aus dem ursprünglichen Kern heraus, der Rest wird im Protoplasma resorbiert. Ich verweise auf die Arbeiten von Siedlecki (1899), Schnitzler (1905) und Léger und Dubosq (1909). Vor kurzem hat Mulsow (1911) bei *Monocystis rostrata* Mulsow gezeigt, daß in die erste Spindel nur ein geringer Bruchteil des Chromatins eingeht.

Die Umkehr der Verhältnisse wie sie für *Eimeria schubergi* beschrieben wurden, findet sich bei einigen Rhizopoden; z. B. bei *Polystomella* (Schaudinn 1903), bei Mastigamöben (Goldschmidt 1907), es treten Chromidien aus dem Kern aus, die die Gametenkerne liefern; der Rest des Kernes geht zugrunde. Das bewegliche Element ist hier also das generative Chromatin, während es bei *Eimeria* das trophische war.

Digitized by Google

Gemeinsam ist allen diesen Fällen die Abgabe einer gewissen Menge von Chromatin zu Beginn der Geschlechtstätigkeit. Siedlecki hat den Vorgang treffend als Kernreinigung (Epuration nucléaire) bezeichnet. Sie findet sich in vielen Fällen neben echter Reduktion (Mastigamöben, *Monocystis rostrata*), so daß also schon daraus ihr abweichender Charakter gefolgert werden kann. Die Kernreinigung ist der Chromatinabgabe zu vergleichen, wie sie sich während des Bukettstadiums in Ovogenese und Spermatogenese häufig findet.

Die echte Reduktion der Protozoen tritt in zwei Formen auf, die ich als „Chromatinreduktion“ und „Chromosomenreduktion“ bezeichnen will.

Unter Chromatinreduktion verstehe ich diejenige Reduktion, bei der durch zwei aufeinanderfolgende Teilungen der Chromatinbestand der Zelle etwa auf die Hälfte reduziert wird, ohne daß man das Resultat zahlenmäßig feststellen könnte. Bei der Chromosomenreduktion ist das möglich durch Vergleich der Chromosomenzahl vor und nach den Teilungen.

Als Beispiel einer Chromatinreduktion sei nur die Richtungskörperbildung im Macrogameten von *Cyclospora caryolytica* (Schaudinn 1902) angeführt. Die wenigen Fälle von Chromosomenreduktion, die wir heute kennen, erfolgen nach dem Primärtypus (Goldschmidt 1905, 1909). Die Befunde Goldschmidt's an *Zoogonus mirus* sind außer durch A. und K. E. Schreiner (1908) neuerdings auch durch Grégoire (1909) in Frage gestellt worden. Dagegen hat Schellenberg (1911) den Primärtypus neben echter Chromosomenconjugation bei *Fasciola hepatica* gefunden. Es sind fast ausschließlich Nebenkerne von Infusorien, an denen eine Chromosomenreduktion einwandfrei festgestellt wurde. Zuerst gab Hertwig (1889) für *Paramaecium aurelia* an, daß die Gametenkerne etwa halb so viel Chromosomen wie die gewöhnlichen Nebenkerne besäßen. Prandtl (1906) konnte für *Didinium nasutum* feststellen, daß die normale Spindel des Nebenkernes 16, die des Gametenkernes dagegen nur 8 Chromosomen enthält. Die Reduktion erfolgt in der zweiten Reifeteilung, in deren Äquatorialplatte noch 16 Chromosomen eingehen; von ihnen wandern je 8 den beiden Polen zu. Es handelt sich also um Verteilung ganzer Chromosomen. In gleicher Weise erfolgt die Reduktion bei anderen Infusorien, so bei *Carchesium polypinum* (Popoff 1908) von 16 auf 8 und bei *Chilodon uncinatus* (Enriques 1908) von 4 auf 2. Für *Opercularia coarctata* ist es nach den Untersuchungen von Enriques (1907) zum mindesten wahrschein-

Digitized by Google

lich, daß sich die Verminderung der Chromosomen von 16 auf 8 ebenfalls nach dem Primärtypus vollzieht.

Eine andere Art der Reduktion, die der Tetradenbildung der Metazoen gleichzusetzen wäre, soll sich nach Schaudinn (1904) bei *Haemoproteus noctuae* und *Leucocytozoon ziemanni* finden. Für *Haemoproteus* schildert es Schaudinn in folgenden Sätzen: „Im Kern ordnet sich das Chromatin zu einem langen gewundenen Faden an... Der Chromatinfaden weist dann eine Segmentierung in 4 Längs- und 4 Querteile auf . . . Die 4 Segmente des Chromatinfadens stellen dann 4 isolierte Vierergruppen dar . . . Bei der ersten Mitose, die nun folgt, werden die 4 Vierergruppen in 4 Zweiergruppen aufgeteilt." In derselben Weise soll die Chromosomenzahl von *Leucocytozoon ziemanni* von 16 auf 8 reduziert werden. Zu gleicher Zeit hat Prowazek (1904) die Aufteilung von Vierergruppen durch zwei aufeinanderfolgende Teilungen für *Herpetomonas muscae-domesticae* angegeben.

Schaudinn gibt für den Reduktionsvorgang keine Abbildungen, Prowazek verweist wegen der Vierergruppen auf seine Fig. 5e. Ich muß gestehen, daß viel guter Wille dazu gehört, um daraus einen Beweis seiner Behauptung zu entnehmen. Nicht viel besser steht es mit seinen Zeichnungen, die sich auf *Trypanosoma Lewisi* und *T. Brucei* (Prowazek 1905) beziehen. Für alle diese Angaben sind Bestätigungen, vor allem klare Zeichnungen dringend nötig. Ich will damit die Angaben der beiden Forscher, durchaus nicht als falsch oder irrtümlich hinstellen, aber darin wird man Doflein (1909) und mir beistimmen, daß sie „infolge der sehr knappen Form der Publikation . . . nicht vollkommen sicher zu beurteilen sind." [1])

Diesen Vorwurf wird man der zusammenhängenden Reihe nicht machen können, die ich von den Kernveränderungen der *Amoeba mira* während der ersten Reifeteilung gebe. Man kann die Auflockerung der Reticulums zur Bildung des Spirems, dessen Verknäuelung zur Synapsis, deren Lösung und Zerfall in zunächst etwa 16 Fadenstücke und später ungefähr 32 Doppelkügelchen schrittweise verfolgen. Übergangsbilder zu der daran anschließenden Äquatorialplatte habe ich leider nicht finden können, dagegen kann über die Richtigkeit der Seriierung kein Zweifel bestehen.

[1]) Endlich sei hier noch darauf hingewiesen, daß die Chromosomen der ersten Reifeteilung von *Actinosphaerium* (Hertwig 1898) große Ähnlichkeit mit Tetraden haben. Dazu kommt, daß *Actinosphaerium* ein echtes Bukettstadium besitzt. Hertwig weist zwar die Annahme, daß es sich um echte Tetraden handeln könne, zurück; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß eine neue Untersuchung zu anderen Anschauungen führt.

Digitized by Google

Wir haben es hier mit einem Reduktionsvorgang zu tun, wie er uns in ähnlicher Form bisher nur von Metazoen bekannt ist. Es ist ein merkwürdiges Spiel des Zufalls, daß gerade ein Vertreter der Gattung *Amoeba*, die man lange Zeit für die primitivsten Protozoen hielt, uns zum ersten Male die hohe Vervollkommnung ahnen läßt, bis zu der in der Klasse der Protozoen auch der Reduktionsvorgang gedeihen kann.

Es traf sich sehr günstig, daß zur gleichen Zeit, da mir die Entdeckung dieser interessanten Verhältnisse glückte, Herr Dr. Mulsow im Münchner Institute bei seiner *Monocystis rostrata* den Reduktionsvorgang etwas genauer verfolgen konnte, als das bisher für Gregarinen der Fall war (Mulsow 1911). Wie bei anderen Protozoen folgt die Reduktion dem Primärtypus, der jedoch hier wahrscheinlich mit einer Pseudoreduktion verbunden ist, indem sich die Chromosomen in der Metaphase paarweise nebeneinanderlagern, ohne aber dabei ihre Selbständigkeit einzubüßen. Dadurch erhält *Monocystis rostrata* eine Sonderstellung; sie vermittelt den Übergang vom Primärtypus zur echten Chromosomenconjugation.

Ferner hatte Herr Dr. Schellenberg damals seine Untersuchungen über die Eireifung von *Fasciola hepatica* abgeschlossen (Schellenberg 1911). Wie er selbst schon in einer Anmerkung zu S. 472 angegeben hat, besteht zwischen der Reifeteilung von *Fasciola hepatica* und *Amoeba mira* große Ähnlichkeit. Bei *Fasciola hepatica* erscheint in einem ersten Bukettstadium die reduzierte Chromosomenzahl, in einem zweiten dagegen die normale; in die 1. Reifeteilung treten die Chromosomen dann in der reduzierten Zahl ein. Interessant ist *Fasciola hepatica* besonders dadurch, daß die Chromosomenconjugation oft nur sehr locker ist, ja, daß sie bisweilen ganz unterbleiben kann. In diesem Falle weist die 1. Reifeteilung in der Äquatorialplatte die Chromosomen in der Normalzahl auf und die Reduktion erfolgt nach dem Primärtypus.

Monocystis rostrata und *Fasciola hepatica* zeigen somit in der schönsten Weise, wie Primärtypus und Conjugationstypus zusammengehören: Bei *Monocystis rostrata* wird in der Parallellagerung je zweier Chromosomen während der Metaphase der erste Schritt zur Conjugation getan; manche Eier von *Fasciola hepatica* kommen auch nicht über den Primärtypus hinaus, bei anderen conjugieren nur einzelne Chromosomen, andere endlich weisen die typische Chromosomenconjugation auf.

Das Resultat der vorstehenden Betrachtung läßt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

Digitized by Google

1. **Beim Eintritt in die Geschlechtsperiode tritt bei vielen Protozoen eine Kernreinigung (= Abspaltung von überschüssigem „trophischem") Chromatin ein; sie entspricht der Chromidienbildung, wie sie sich bei den Geschlechtszellen vieler Metazoen im Bukettstadium findet.**
2. **Die Reduktion kann als Chromatinreduktion oder als Chromosomenreduktion erfolgen.**
3. **Die Chromosomenreduktion ist in vielen Fällen als Primärtypus aufzufassen; es kann jedoch unter Bildung von Spirem und Synapsis offenbar sogar zu einer Chromosomenconjugation kommen.**

„Trophochromatin" und „Idiochromatin".

Amöben und Myxosporidien.

Der Ausdruck „Kernreinigung" kann zu der Ansicht verleiten, es möchte sich in dem abgestoßenen Material um verbrauchtes oder irgendwie geschädigtes Chromatin handeln, jedenfalls um Substanzen, die nicht mehr verwendungsfähig wären im Haushalte der Zelle. Ein solcher Schluß wäre meiner Meinung nach gänzlich verfehlt.

Es handelt sich um vollkommen intaktes Chromatin, das bloß im Augenblick überflüssig ist, weil die Lebensvorgänge des Organismus auf ein Minimum reduziert sind. **Wir dürfen nicht zwei verschiedene Chromatinsorten in der Zelle unterscheiden als Idiochromatin und Somatochromatin.** Was uns in der Geschlechtsperiode der Protozoen als Idiochromatin entgegentritt, ist der Minimalbestand an chromatischer Substanz, mit dem die Zelle eben noch auskommt. Der Protozoenkern (und ebenso der Ei- und Spermakern) sind auf ganz außerordentliche Leistungen eingestellt. Der Protozoenkern verkörpert ein ganz anderes Kraftzentrum als der Kern der gewöhnlichen Metazoenzelle, da diese immer nur einseitig differenziert ist, während die Protozoenzelle omnipotent ist. Die Lebensvorgänge der Zelle stehen unter dem Einfluß des Chromatins kein Wunder also, daß der Protozoenkern sich stärker mit dieser aktiven Substanz versehen muß, daß er im Vergleich zum Metazoenkern hyperchromatisch ist.

Wenn ich einen Teil des Lebensprozesses herausgreife, so kann ich meine Ausführungen etwas konkreter gestalten. Ich wähle die

Digitized by Google

Assimilation. Die Pflanze besitzt dafür besondere Einrichtungen in den Chlorophyllkörpern. Sie entstehen in den embryonalen Zellen und vermehren sich durch Teilung mit dem Wachstum der Zelle. Sie entstehen unter dem Einflusse des Kernes, vielleicht sind sogar Chromidien dabei beteiligt. Bei den Protozoen kommt es zu keiner derartigen Differenzierung im Interesse der Assimilation; es ist aber wohl sicher, daß dafür der Kern, speziell das Chromatin, das Protoplasma aktiviert. Alles was wir daher bei den Pflanzen als Assimilationsapparate im Protoplasma finden, müssen wir bei den Protozoen im Kern suchen; mit anderen Worten: zu dem für eine bestimmte Tierart ein für allemal festgelegten und weitervererbten Chromatinbestand wird zum Zwecke der Assimilation neues Chromatin hinzugebildet, das als Assimilationschromatin zu bezeichnen wäre. In ähnlicher Weise müßte dann der Kern auch für die übrigen vitalen Eigenschaften spezifische Chromatine ausbilden. Da nun trotz dieser starken Zunahme die färbbare Substanz während der vegetativen Teilungen sich zu ebenso viel Chromosomen differenziert wie im befruchteten, noch nicht mit Arbeitschromatin belasteten Kern, so bleibt nichts anderes übrig als anzunehmen, daß jedes Chromosom seinen Teil an „trophischem" Chromatin für sich ausbildet, bei der Teilung an sich zieht und so den Tochterkernen übermittelt. Umgekehrt müßte jedes Chromosom bei der Kernreinigung diesen Zuwachs wieder abstoßen. Für die Geschlechtszellen der Metazoen läßt sich das direkt nachweisen, indem hier im Bukettstadium von jeder Kernschleife eine gewisse Menge Chromatin ins Protoplasma abfließt. Einen sehr schönen Fall dafür konnte neuerdings Jörgensen (1910) bei *Proteus* auffinden. Er sagt selbst, daß es nach seiner Meinung „nicht die Enden der Chromosomen selbst sind, die aus dem Kern austreten, sondern daß von den Chromosomenenden Chromatin abfließt." [1]) Bei der *Amoeba mira* haben wir den gleichen Prozeß vor uns in der Kernteilung zu Beginn der Encystierung: der eine Tochterkern enthält den Normalbestand an Chromatin, der andere den Zuwachs hierzu; der erste ist den Kernschleifen des Buketts, der zweite den von ihnen abgestoßenen Chromidien zu vergleichen.

Das „Trophochromatin" ist also nur ein Vermehrungsprodukt des „Idiochromatins" und darf ihm nicht als besondere Chromatinart gegenübergestellt werden. Das läßt sich auch bei einer anderen Protozoengruppe gut nachweisen, bei den

[1]) Von „sondern" ab im Original gesperrt.

Digitized by Google

Infusorien. Es finden sich dort insofern Anklänge an die Verhältnisse bei Pflanzen, als ein besonderer „Assimilationskern“, der Macronucleus, vorliegt, der (cum grano salis!) den Chlorophyllkörpern zu vergleichen wäre. Während der Conjugation hört die Nahrungsaufnahme vollkommen auf, der somatische Macronucleus zerfällt und wird im Protoplasma assimiliert. Damit ist ein vollwertiger Ersatz für die Nahrung gegeben. Das Syncaryon teilt sich nun in der bekannten Weise in den neuen Micronucleus und die Macronucleusanlagen. Teilung ist aber nur ein Wachstum über das normale Maß hinaus. Der Macronucleus der Infusorien entsteht also ebenfalls durch einen einfachen Wachstumsprozeß aus dem „Idiochromatin“. Mit dieser Anschauung deckt sich das, was Hertwig (1907) über den hier besprochenen Kerndualismus sagt: „Somatochromatin ist Idiochromatin, dessen Anlagen zur Tätigkeit erwacht sind. Idiochromatin läßt sich nicht als etwas Besonderes, was neben dem Somatochromatin besteht, auffassen; es ist Somatochromatin, welches eine Hemmung seiner Wirkungsweise erfahren hat und, unter geeignete Bedingungen gebracht, die Hemmung abstreift und erneut seine Wirkungsweise entfaltet.“

Ich komme nun noch einmal auf die Behauptung am Anfang dieses Kapitels zurück, daß bei der Kernreinigung vollkommen intaktes Chromatin abgestoßen wird. Ich glaube, daß es bei der *Amoeba mira* zusammen mit dem Chromatin der Reduktionskerne zum Abbau der stark färbbaren Körper im Plasma benutzt wird (vgl. S. 179f.). In vielen anderen Fällen freilich wird es im Plasma resorbiert und entzieht sich dadurch unserer Nachforschung. Sollten sich nun nicht bei Protozoen ähnliche Zustände finden lassen, wie wir sie von den Metazoen her kennen, wo in der Ovogenese eine aktive Beteiligung der Chromidien an der Dotterbildung festgestellt wurde? Ich glaube diese Frage bejahen zu dürfen und verweise hierzu auf die Myxosporidien.

Ihre Zugehörigkeit zu den Rhizopoden, speziell zu amöbenartigen Organismen, wurde außer von Thélohan (1895), Doflein (1898), Schaudinn (1899) und Hartmann (1907) neuerdings von Awerinzew (1909) als sehr wahrscheinlich hingestellt. Der letztgenannte Forscher führt als Gründe dafür an: einmal die Bildung von Plasmodien bei *Ceratomyxa ramosa*, ferner daß die Fortpflanzung der Myxosporidien eine Autogamie sei, die „durchaus an die Pädogamie der Actinomyxidia (*Sphaeractinomyxon stolci*) erinnert und mit der Autogamie bei *Plasmodiophora* und *Entamoeba coli* übereinstimmt.“

Digitized by Google

Die eigenartigen Anpassungserscheinungen an die parasitische Lebensweise, wie sie uns in so hohem Maße bei den Myxosporidien entgegentreten, lassen sich nun nach meiner Meinung aus den Verhältnissen bei Amöben ungezwungen in folgender Weise ableiten: Das während der Kernreinigung abgeschiedene (trophische) Chromatin wird nicht im Protoplasma resorbiert, sondern findet Verwendung und liefert die Sporocystenkerne, Schalenkerne und Polkapselkerne. Diese Vermutung findet eine Stütze in der Tatsache, daß bisher bei keinem der genauer untersuchten Myxosporidien eine Kernreinigung beschrieben wurde. Daß diese hier durch mitotische Kernteilungen bewirkt wird und dadurch gar nicht den Bildern gleicht, die wir bisher von der Kernreinigung kannten, ist kein stichhaltiger Einwand gegen meine Annahme. Die Kernteilung der *Amoeba mira* bei Beginn der Encystierung ist Ausdruck des gleichen physiologischen Vorgangs und stellt somit eine schöne Parallele zu den weiter vervollkommneten Verhältnissen bei den Myxosporidien dar. Ob nun die Trennung des „Idiochromatins“ vom „Trophochromatin“ auf einmal im Anfang der Sporenbildung erfolgt oder ob nacheinander Sporocystenkerne, Schalenkerne und Polkapselkerne abgespalten werden, wie das Awerinzew (1909) für *Ceratomyxa drepanopsettae* wahrscheinlich macht, hat für das Problem selbst nur untergeordneten Wert.

Literaturverzeichnis.

Awerinzew, S. (1909): Studien über parasitische Protozoen. I. Die Sporenbildung bei Ceratomyxa drepanopsettae. Arch. Protistenk. Bd. 14.

Brodsky, A. L. (1910): Division and encystment of Amoeba hyalina Dang. Biol. Zeitschr. Bd. 1.

Dobell, Cl. (1909): Researches on the intestinal protozoa of frogs and toads. The Quart. Journ. of micr. Sc. Vol. 53.

Doflein, F. (1898): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 11.

— (1909): Lehrbuch der Protozoenkunde. 2. Aufl. Jena.

Enriques, P. (1907): La coniugazione e il differenziamento sessuale negli Infusori. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.

— (1908): Die Conjugation und sexuelle Differenzierung der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.

Gläser, H. (1912): Über die Teilung einiger Amöben. Zugleich ein Beitrag zur Phylogenie des Centrosoms. Arch. f. Protistenk. Bd. 25.

Digitized by Google

Goldschmidt, R. (1905): Eireifung, Befruchtung und Embryonalentwicklung des Zoogonus mirus. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 21.

— (1907): Lebensgeschichte der Mastigamöben Mastigella vitrea n. sp. und Mastigina setosa n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 10, Suppl. I.

— (1909): Die Chromatinreifung der Geschlechtszellen von Zoogonus mirus Lss. und der Primärtypus der Reduktion. Arch. f. Zellforsch. Bd. 2.

Grégoire, V. (1909): La réduction dans le Zoogonus mirus Lss. et le „Primärtypus". La Cellule T. 25.

Hartmann, M. (1907): Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.

Hartmann, M. u. Nägler, K. (1908): Copulation bei Amoeba diploidea mit Selbständigbleiben der Gametenkerne während des ganzen Lebenscyklus. Sitz.-Ber. d. Ges. d. naturf. Freunde Berlin.

Hertwig, R. (1889): Über die Conjugation der Infusorien. Abh. d. königl. bayer. Akad. Wiss. München.

— (1898): Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium Eichhorni. Abh. d. königl. bayer. Akad. Wiss. München.

— (1902): Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.

— (1907): Über den Chromidialapparat und den Dualismus der Kernsubstanzen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München Bd. 23.

Jollos, V. (1911): Studien über parasitische Flagellaten. I. Monocercomonas cetoniae. Arch. f. Protistenk. Bd. 23.

Jörgensen, M. (1910): Zur Entwicklungsgeschichte des Eierstockeies von Proteus anguineus (Grottenolm). [Die Wachstumsperiode.] Festschr. z. 60. Geburtstage R. Hertwig's Bd. 1.

Léger, L. et Dubosq, O. (1909): Etudes sur la sexualité chez les Grégarines. Arch. f. Protistenk. Bd. 17.

Mulsow, K. (1911): Über Fortpflanzungserscheinungen bei Monocystis rostrata. Arch. f. Protistenk. Bd. 22.

Nägler, K. (1909): Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.

Popoff, M. (1908): Die Gametenbildung und die Conjugation von Carchesium polypinum. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 89.

Prandtl, H. (1906): Die Conjugation von Didinium nasutum. Arch. f. Protistenk. Bd. 7.

Prowazek, S. v. (1904): Die Entwicklung von Herpetomonas. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 20.

— (1905): Studien über Säugetiertrypanosomen I. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 22.

Reichenow, E. (1909): Untersuchungen an Haematococcus pluvialis nebst Bemerkungen über andere Flagellaten. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 33.

Schaudinn, F. (1899): Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 13.

— (1902): Studien über krankheitserregende Protozoen. I. Cyclospora caryolytica. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 18.

— (1903): Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 19.

— (1904): Generations- und Wirtswechel bei Trypanosoma und Spirochäte. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 20.

Schellenberg, A. (1911): Ovogenese, Eireifung und Befruchtung von Fasciola hepatica. Arch. f. Zellforsch. Bd. 6.

Digitized by Google

SCHNITZLER, H. (1905): Über die Fortpflanzung von Clepsidrina ovata. Arch. f. Protistenk. Bd. 6.

SCHREINER, A. u. K. E. (1808): Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. V. Die Reifung der Geschlechtszellen von Zoogonus mirus. Videnskabs-Selskabets Skrifter 1. Kl.

SIEDLECKI, M. (1899): Über die geschlechtliche Vermehrung der Monocystis ascidiae. Anz. Akad. Wiss. Krakau.

— (1905): Über die Bedeutung des Caryosoms. Anz. Akad. Wiss. Krakau.

— (1907): Über die Struktur und die Lebensgeschichte von Caryotropha mesnilii. Anz. Akad. Wiss. Krakau, Math.-naturw. Kl.

THÉLOHAN, P. (1895): Recherches sur les Myxosporidies. Bull. Soc. France Belgique Vol. 26.

Tafelerklärung.

Alle Abbildungen sind mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparat bei ZEISS homog. Imm. 1,5 mm und Comp. Oc. 12 (2800 ×) gezeichnet; Fig. 1—3 nach dem Leben, die übrigen Figuren nach konservierten und mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten.

Tafel 7.

Fig. 1 u. 2. Freie Amöben.
Fig. 3. Cyste.
Fig. 4a u. b. Normale vegetative Amöben.
Fig. 5 u. 6. Vegetative Kernteilung.
 Fig. 5. Frühe Anaphase.
 Fig. 6. Späte Anaphase.
Fig. 7. Stark angewachsene Amöbe vor Eintritt in die Geschlechtsperiode.
Fig. 8—11. Generative Kernteilung (Kernreinigung).
Fig. 12. Auftreten der Membran zwischen den Tochterkernen.
Fig. 13. Amöbe kurz vor der Encystierung.
Fig. 14. Encystierung. Auftreten der stark färbbaren Körper im Protoplasma, amöboide Form des Binnenkörpers.
Fig. 15. Änderung der Kernstruktur, der Binnenkörper exzentrisch.
Fig. 16. Hervortreten des Reticulums im Kern infolge Abfließens des Chromatins.
Fig. 17 u. 18. Der eine Kern wird pycnotisch.

Tafel 8.

Fig. 19. Der erhalten gebliebene Kern lockert sich auf.
Fig. 20. Spirem.
Fig. 21 u. 22. Synapsis.
Fig. 23. Größenabnahme des Binnenkörpers, Zerfall des Chromatinfadens.
Fig. 24. Etwa 16 Fadenstücke; einige, die mit einem × bezeichnet sind, nochmals in zwei Stücke geteilt.
Fig. 25. Zahl der Bruchstücke und ihre Kompaktheit vergrößert.
Fig. 26. Etwa 32 Doppelstäbchen.

Digitized by Google

Fig. 27—30. Erste Reifeteilung.

Fig. 27. Metaphase.

Fig. 28. Metaphase, Polansicht der Spindel, 16 Chromosomen.

Fig. 29 u. 30. Frühe und späte Anaphase.

Fig. 31. Die Tochterkerne nach der Teilung.

Fig. 32 u. 33. Zweite Reifeteilung. 16 Chromosomen.

Fig. 34. Die 4 Kerne kurz nach der Teilung.

Fig. 35. Ruheform der 4 Kerne.

Fig. 36—38. Von den 4 Kernen werden 3 pycnotisch.

Fig. 39 u. 40. Auflösung des großen und der 3 kleinen pycnotischen Kerne an der Peripherie. Die stark färbbaren Körper im Protoplasma sind verschwunden.

Fig. 41. Einkernige Cyste.

Fig. 42. Anormale zweikernige Cyste.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Georg-Speyer-Haus. Direktor: Exzellenz Wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. P. Ehrlich.)

Toxoplasma canis (Mello).

Von
W. L. Yakimoff und **Nina Kohl-Yakimoff.**

(Hierzu Tafel 9 u. 10.)

I.

Vor noch nicht langer Zeit wurde *Toxoplasma* spontan in verschiedenen Tieren gefunden. So fanden Nicolle und Manceaux *Toxoplasma* in Tunis in *Ctenodactylus gondi*, einem Nagetier, Splendore in Brasilien im Kaninchen, Mello in Italien im Hunde, Prowazek in einem Maulwurf aus Japan und Carini in Brasilien in der Taube.

Nicolle und Manceaux und Splendore haben fast zu gleicher Zeit diese Protozoen entdeckt.

Nach Nicolle und Manceaux hat *Toxoplasma* in Form eines typischen Bogens, dessen Enden verschieden zugespitzt sind. Seltener fanden beide Autoren runde Formen. Im allgemeinen mißt *Toxoplasma gondi* (aus *Ctenodactylus gondi*) 5—5,5 $\mu \times$ 3—4 μ, seltener $7 \times 5\,\mu$. Der Parasit zeigt im Leben keine Bewegungen. Das Protoplasma ist alveolär gebaut. Der Kern ist rund oder oval ($2 \times 3\,\mu$), liegt meistens in der Mitte des Zellkörpers und ist von lockerer Struktur. Nach Nicolle und Manceaux geschieht die Fortpflanzung durch Längsteilung. Die Teilungsformen unterscheiden sich von den übrigen Formen durch ihre Größe und besitzen meist eine rund-ovale Gestalt. Die Parasiten wurden sowohl frei, als

Digitized by Google

auch intracellulär in den Lymphocyten, seltener in den Leucocyten oder in Leucocytenresten („gangues“) gefunden.

Die Parasiten fanden sich in großer Anzahl in der Milz, Leber und in den Mesenterialdrüsen vor, in geringerer Zahl, wenn auch regelmäßig, in der Lunge und in den Nieren, seltener oder ganz ausnahmsweise im Herz und im Knochenmark. Leber und Milz waren stark vergrößert.

Nicolle und Manceaux konnten dieses *Toxoplasma* von *Ctenodactylus* auf andere Tiere dieser Gattung mit Erfolg übertragen; von 12 mit Organemulsionen injizierten Meerschweinchen zeigte sich nur ein einziges infiziert. Es gelang aber nicht, das *Toxoplasma gondi* auf Affen und Ratten zu übertragen, auch nicht auf Novi'schem oder Nicolle'schem Blutagar zu kultivieren.

Fast gleichzeitig mit Nicolle und Manceaux fand Splendore in Sao Paolo in Brasilien *Toxoplasma* im Kaninchen. Die Krankheit verlief beim Kaninchen ohne sichtbare Kennzeichen, nur manchmal fingen die kranken Tiere an abzumagern, und kurz vor dem Tode zeigten sie manchmal Lähmungserscheinungen der Hinterbeine. Die Sektion ergab eine starke Hypertrophie der Milz und der Leber, welche Organe mit grau-weißen Punkten übersäet waren. Die Lymphdrüsen waren geschwollen. Manchmal waren die Darmschleimhaut mit Ulcerationen bedeckt und die Leibeshöhle mit seröser Flüssigkeit angefüllt.

Morphologisch unterscheidet sich dieser Parasit *Toxoplasma cuniculi* (Splendore) nicht von *Toxoplasma gondi*. Er mißt 5—8 μ $\times$ 2,5—4 μ. Außer den schon oben beschriebenen Bogenformen fand Splendore noch Cystenstadien von runder Gestalt, welche freie Parasiten oder auch unregelmäßig verteilte granulöse Massen enthielten. Außer diesen Formen fand er auch noch, obgleich seltener, runde und amöboide Individuen mit oder ohne Chromatinklümpchen von der Größe eines roten Blutkörperchens mit einem mehr oder weniger dichten Protoplasma, welches sich nach Giemsa dunkelblau färbte.

Nach Splendore pflanzen sich diese Toxoplasmen durch Längsteilung oder durch Schizogonie fort.

Es gelang Splendore das *Toxoplasma* vom Kaninchen auf Kaninchen, Meerschweinchen und Vögel (Tauben, Sperlinge und Euphonia) zu übertragen. Die infizierten Tiere, welche viele Parasiten in den Organen beherbergten, erlagen der *Toxoplasma*-Infektion. Dagegen gelang es nicht, diese *Toxoplasma* auf Hunde zu übertragen. Ebensowenig konnten auch Kulturen geschaffen werden.

Digitized by Google

Nach Splendore infizierte Carini mit großem Erfolg Kaninchen, Meerschweinchen, weiße Ratten und Tauben mit *Toxoplasma*. Mit der Infektion der Tauben erzielte er die besten Resultate. Dagegen mißlang die Übertragung vom Kaninchen auf den Hund. Auch Kulturversuche fielen negativ aus. Carini fand ebenfalls freie und intracelluläre Formen in den Leucocyten und in den Endothelien. Die Fortpflanzung geschieht durch Längsteilung oder durch Schizogonie, welche Carini folgendermaßen beschreibt:

„Le parasite destiné à se multiplier de cette façon s'arrondit et augmente de volume, le noyau se rarefie et, à un certain moment, il paraît presque disparaître, et dans cet ètat le parasite est difficile à déceler, il se confond avec le protoplasme de la cellule qui le contient. La chromatine réapparaît après sous forme de petits blocs régulièrement disposés dans le cytoplasme, qui se condense peu à peu autour de chacun des blocs de chromatine, délimitant ainsi de nouveaux individus.“

Mello fand zum erstenmal in Turin im Hunde *Toxoplasma*. Er fand den Parasiten in allen Organen des infizierten Hundes, am meisten infiziert die Leber und die Lunge, weniger stark infiziert Milz, Knochenmark und die übrigen Organe. In einer Ulceration der Darmschleimhaut fand er *Toxoplasma* in großen Mengen.

In Leberausstrichen fand Mello Toxoplasmen von derselben Form, wie sie Nicolle und Manceaux für *Toxoplasma gondi* beschrieben haben. Nur waren die Toxoplasmen viel kleiner, maßen nur 2 μ. Freie und intracelluläre Formen, bis zu 60 in einer Zelle eingeschlossen, fanden sich häufiger vor.

Später, im letzten Jahr fand Carini in Brasilien fast zu gleicher Zeit mit uns in Deutschland auch im Hunde *Toxoplasma*. Carini fand in Organausstrichen viele Toxoplasmen „mit allen Charakteren von *Toxoplasma cuniculi*“. Mit Leberemulsion des mit *Toxoplasma* infizierten Hundes konnten Tauben erfolgreich infiziert werden. Die Vögel erlagen der Infektion und beherbergten viele Parasiten in den Organen. Eine Übertragung auf einen anderen Hund gelang, ein zweiter Hund dagegen erkrankte nicht und zeigte auch keine Parasiten in den Organen. Eine Übertragung auf andere Tiere, Ratten, Schaf, Pferd und Kuh gelang nicht, ebensowenig gelangen Kulturversuche.

Carini glaubt, *Toxoplasma* aus dem Hunde in Brasilien nicht mit dem Mello'schen Parasiten identifizieren zu können, da die Größenverhältnisse sehr voneinander abweichen (der Mello'sche Parasit mißt nur 2 μ.) Als eine neue Art will Carini auch nicht

Digitized by Google

den Parasiten betrachten, da er vollkommen mit dem *Toxoplasma* aus dem Kaninchen übereinstimmt (*Toxoplasma cuniculi*).

Prowazek beschrieb ein *Toxoplasma* aus einem Maulwurf aus Japan (7—10 $\mu \times 2,5 \mu$) von ovaler Form. Das Protoplasma ist alveolär strukturiert, der Kern enthält Caryosom und Chromatinkörperchen. Die Fortpflanzung scheint durch Längsteilung und durch Schizogonie zu erfolgen.

Schließlich fand noch Carini in Brasilien *Toxoplasma* spontan in Tauben. Die Tauben, welche einige Tage vor der Untersuchung auf dem Markt gekauft waren, starben an einer *Toxoplasma*-Infektion. Besonders Leber und Milz beherbergten viele Parasiten. Auch diese Form hält Carini mit *Toxoplasma cuniculi* identisch.

Zusammengefaßt wurden also in den verschiedensten Erdteilen folgende Toxoplasmen gefunden:

1. *Toxoplasma gondi*, Nicolle und Manceaux, Tunis.
2. „ *cuniculi*, Carini, Brasilien.
3. „ *canis*, Mello, Italien; Carini, Brasilien.
4. „ *talpae*, Prowazek, Japan.
5. „ *columbae*, Brasilien.

Zu diesen Befunden käme noch unser Befund von *Tox. canis* in Deutschland hinzu.

II.

Zum Zweck chemisch-therapeutischer Studien über *Leishmania infantum* benötigten wir eine größere Anzahl Hunde, die wir durch das Institut aus Berlin und Mitteldeutschland erhalten konnten. Acht solcher aus Deutschland stammender Hunde wurden mit *Leishmania infantum* durch Organemulsionen eines aus Tunis mitgebrachten Hundes infiziert. Die Hundestaupe, welche in dem Hundebestand des Institutes ausbrach, vertilgte eine große Anzahl der Tiere und dabei auch vier der mit *Leihsmania* infizierten Hunde. Bei einem dieser Hunde konnte *Toxoplasma* nachgewiesen werden. Leider wurde durch die Staupe das pathologisch-anatomische Bild sehr getrübt, so daß wir auf dasselbe keinen großen Wert legen können.

Am 14. August wurde der Hund mit Knochenmarkemulsion (*Leishmania infantum*, Tunis) infiziert und am 16. September erlag das Tier der Hundestaupe. Mikoskropisch konnte folgendes festgestellt werden:

Pneumonia mit Hepatisation des oberen Teiles der rechten Lunge, Kongestion der Mesenterialdrüsen und rotes, flüssiges Knochenmark.

Digitized by Google

Im Mikroskop konnten nur sehr wenig *Leishmania*-Parasiten in den Organen nachgewiesen werden. Dagegen fanden sich in großer Zahl andere Parasiten vor, die wir sogleich als typische Toxoplasmen erkannten. Am meisten infiziert waren das Knochenmark und die Milz, weniger infiziert die Leber und noch weniger die Lungen. Nieren und Bronchialdrüsen enthielten gar keine Parasiten. Im Herzblut fanden wir nur einmal Parasiten.

Der Parasit, *Toxoplasma*, erscheint meist in Form eines typischen Bogens oder Halbmondes (Fig. 1—5). Das eine Ende ist häufig sehr scharf zugespitzt (Fig. 2 u. 4), das andere Ende dagegen breiter und abgerundet. — Das Protoplasma färbt sich nach Giemsa blau, manchmal sehr hell, dann aber auch dunkler und tiefdunkelblau und besitzt eine deutliche alveoläre Struktur. Manche Formen zeichnen sich durch den Besitz von Vacuolen aus. Der Kern färbt sich nach Giemsa rot bis rotviolett je nach dem Chromatin-Plastingehalt. Er hat größtenteils die rund-ovale Form (Fig. 1, 4, 6), seltener richtige Rosettenform (Fig. 2 u. 3). Eingelagert sind entweder ein sich nach Giemsa dunkelrot färbendes Korn (Caryosom) (Fig. 1 u. 6) oder auch mehrere Chromatinkörner (Fig. 2, 3, 4). Bei manchen Individuen färbt sich das Plasma des einen oder anderen Endes rötlich (Fig. 2, 4, 5, 6). Bei einzelnen Formen treten auch sich rot färbende Körnchen in dem einen oder anderen Ende auf (Fig. 2, 4, 5). Vielleicht kommt es zu einer Auflösung dieser Körnchen (Fig. 2), gewisser Chromidialbestandteile die dann wohl auch rötliche Färbung bedingen. Gewisse Hämogregarinen und Sarcosporidien zeigen ein ähnliches Verhalten.

Von den Bogen- und Halbmondformen unterscheiden sich in der Form und in den Kernen sehr wesentlich andere „ovale" Formen, welche fast ebenso häufig, wie die oben beschriebenen angetroffen werden. Das Protoplasma ist bei diesen vor allem weit wabiger strukturiert. Der Kern ist von sehr unregelmäßiger, brockenartiger Gestalt, häufig nicht deutlich gegen das Plasma abgegrenzt (Fig. 9) und manchmal ausgefranst (Fig. 10, 11, 12). Meist stellt er sich quer zur Längsachse, indem er bandartig sich auszieht (Fig. 10). Auch diese Formen besitzen ein Caryosom oder mehrere Chromatinkörnchen, welche sich nach Giemsa intensiver rot färben. Wir konnten auch Formen mit geteiltem Caryosom finden (Fig. 11 u. 12), offenbar Individuen, die sich zur Teilung anschicken wollten.

Gerade unter diesen ovalen Formen konnten wir eine große Anzahl von Teilungsindividuen finden. Der Kern scheint sich, soweit es sich aus Trockenausstrichen feststellen läßt, amitotisch zu teilen

Digitized by Google

(Fig. 11 u. 12). Nach der Kernteilung (Fig. 13 u. 14) teilt sich auch das Plasma in zwei Partien (Fig. 15), die dann bei einer weiteren Spaltung (Fig. 16) schon deutlich die typische Bogenform der Tochterindividuen erkennen lassen (Fig. 17).

Außer diesen halbmondförmigen und ovalen Parasiten fanden wir auch viele andere Formen, die von den einen zu den anderen überleiteten (Fig. 6 u. 7). Sie besaßen meist irreguläre, manchmal auch rundlich ovale Kerne, die die Tendenz zu einfacher Teilung oder zur Zerfallteilung zeigten.

Endlich fanden wir auch in großer Anzahl schizogonische und encystierte Formen vor, die sich vor allem durch eine größere oder geringere Zahl von Kernen auszeichneten. Die Kerne von ganz irregulärer Gestalt, größere und kleinere Brocken, füllen häufig den ganzen Schizonten oder die Cyste aus (Fig. 20—27 u. 39). Das Protoplasma von solchen Schizonten, welche nur einen Kern oder nur wenige Kernbrocken enthalten, ist kompakter strukturiert und färbt sich daher auch nach Giemsa dunkler blau (Fig. 20—22). Andere von lockerer Plasmastruktur mit einer großen Anzahl von Kernen färben sich hellblau (Fig. 23—27). Die Zahl der Kerne schwankt zwischen 2 und 60. Die Schizonten zerfallen dann in gut zu unterscheidende, bogenförmige oder ovale Parasiten (Fig. 24—30). Die gleiche Beschreibung für Kern und Plasma trifft auch für encystierte Formen zu, die weit weniger anzutreffen sind. Ehe es zu einer Ausdifferenzierung in eigentliche Parasiten kommt, kommt es zu einer Verdichtung des Plasmas an den Kernen.

Viele der soeben beschriebenen schizogonischen Formen, die sowohl frei als auch in einer Wirtszelle eingeschlossen vorgefunden werden, bilden, sobald es zu einer Differenzierung in die Tochterparasiten kommt, einen sich nach Giemsa tiefblau färbenden Restkörper (Fig. 24 u. 25).

Interessant waren die Befunde der schizogonischen Formen im Knochenmark des Hundes. Hier kommt es zu einer ganz regelmäßigen Zerfallteilung von einer ganz bestimmten Anzahl Merozoiten (Fig. 28—35). Die Schizonten zerfielen entweder in zwei (Fig. 28—29), in vier (Fig. 30—31), acht (Fig. 32—35) oder 16 Tochterindividuen. Es soll hierbei gesagt werden, daß wir bereits bei den Bogenformen entweder ein Caryosom oder ein geteiltes vorfanden. Andere Formen mit unregelmäßigen oder rosettenförmigen Kernen enthielten mehrere Chromatinkörperchen, die manchmal in der „Vier“zahl (Fig. 13, der eine Kern Fig. 9 u. 29), dann aber auch in der „Acht“zahl nachgewiesen werden konnten. Manchmal waren die Parasiten in einer

Digitized by Google

sich rot färbenden Hülle eingeschlossen (Fig. 32), die dem Überrest einer Cystenmembran gleicht, wie sie auch nach Präparaten von *Caryolysus lacertae* aus Ixodes, die uns Dr. GONDER zur Verfügung stellte, vorkommen, oder es sind vielleicht Reste der Wirtszelle, wenn es eben intracelluläre Formen waren.

Eigentümliche Formen, wie sie in Fig. 40—43 wiedergegeben sind, konnten uns keinen genügenden Aufschluß geben. Sie besitzen eine bizarre Gestalt, manchmal auch rundliche, dann auch retortenähnliche Form meist mit einem Kern, der sich auch teilen kann (Fig. 41). Sehr wahrscheinlich stellen diese Formen gewisse Evolutions- oder Degenerationsformen dar.

Wir fanden die Toxoplasmen frei und intracellulär. Die intrazellulären waren in den Lymphocyten, in den großen mononucleären Übergangsformen und in neutrophilen Polynuclären eingeschlossen. Auch in Endothelzellen konnten Parasiten nachgewiesen werden. Wir haben niemals mehr als zwei Parasiten der schizogonischen Art in einer Zelle einer eingeschlossen finden können. Zweimal fanden wir auch, was bisher noch unbekannt war, *Toxoplasma* in der Leberzelle eingeschlossen, einmal ein Parasit, das andere Mal zwei Parasiten (Fig. 36).

Die befallenen Zellen erleiden durch den Parasiten, solange derselbe noch im jungen Stadium ist, keinen Schaden. Erst mit dem Wachstum und mit der Schizogonie in viele größere Parasiten wird der Kern der Wirtszelle zur Seite gedrückt und auch deformiert.

Folgende Größenverhältnisse konnten wir feststellen (Tabelle I):

Tabelle I.

Halbmondförmig				Oval				Intracellulär			
Parasit		Kern		Parasit		Kern		Parasit		Kern	
Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
5,68	1,77	2,84	1,77	4,26	2,84	2,48	0,71	3,55	3,55	1,42	2,84
6,39	1,56	1,77	1,42	5,68	2,84	1,56	2,84	5,68	1,77	1, 7	1,42
6,39	1,42	2,48	1,42	4,97	2,13	2,48	2,13	3,90	1,77	1,77	1,42
4,97	1,42	2,13	1,42	4,97	2,84	2,13	2,48	3,90	1,42	1,77	1,42
6,03	2,48	2,48	1,96	4,61	2,84	2,13	2,48				
8,52	1,77	1,77	1,42	4,61	2,84	1,42	2,13				
5,32	1,42	1,42	1,42	4,26	2,13	1,42	2,13				
5,68	1,42	1,42	1,71								
4,26	2,13	1,42	1,77								

Digitized by Google

III.

Der Teilungsvorgang scheint sich daher nach unseren Befunden aus den Trockenausstrichen folgendermaßen zu vollziehen.

In Übereinstimmung mit den brasilianischen Autoren konnten wir zwei Fortpflanzungsmodi feststellen:

1. einfache Zweiteilung der Länge nach,
2. Schizogonie.

Die erste Art der Fortpflanzung gehen die bogenförmigen Toxoplasmen ein, indem sie allmählich breiter werden und mehr ovale Form annehmen. Das Protoplasma wird weitwabiger. Das spitze Ende rundet sich allmählich ab (Fig. 5). Fast zu gleicher Zeit mit diesen Veränderungen gehen auch Veränderungen am Kern vor sich Der Kern lockert sich auf und nimmt unregelmäßige Gestalt an. Häufig zieht er sich bandartig in die Länge (Fig. 10). Das Caryosom teilt sich in zwei Körperchen (Fig. 11 u. 12), die nach gegenüberliegenden Polen wandern. Darauf teilt sich der Kern in zwei Tochterkerne.

Nach der Kernteilung bemerkt man auch im Plasma der Zelle eine feine Linie, welche der Länge nach den Zellkörper durchzieht, bei manchen Formen sehr deutlich hervortritt und das Teilungsindividuum in zwei Tochterindividuen teilt (Fig. 14—18). Nach diesem Vorgang gehen offenbar die beiden Tochterformen auseinander, biegen mit den beiden Enden nach einer Seite um und erhalten dadurch die charakteristische Bogenform. Die Kerne werden dann auch wieder kompakt. Sowohl bei freien, als auch bei intracellulären Formen findet man solche Teilungsstadien.

Der zweite Fortpflanzungsmodus ist die Schizogonie. Die Ausgangsformen für diese Fortpflanzung sind runde Parasiten (Fig. 20 bis 21), die vielleicht aus halbmondförmigen oder ovalen Formen hervorgegangen sein können. Das Plasma anfangs kompakt (Fig. 20, 21, 22), nimmt eine viel lockere Struktur an (Fig. 23—27). Wir fanden Formen, bei welchen das Plasma bei weitem den größten Teil des Parasiten ausmachte (Fig. 23 u. 26). Wesentlicher sind die Kernverhältnisse der schizogonischen Entwicklungsformen. Das Caryosom teilt sich in zwei resp. vier Körner, worauf sich auch der Kern in zwei resp. vier Tochterkerne teilt. Die weitere Kernteilung erfolgt jedenfalls sukzessiv in 8, 16, 32 und mehr Tochterkerne. Mit der Aufteilung des Kernes nimmt der Schizont an Größe zu. Er kann $8{,}52 \times 9{,}94\ \mu$ messen.

Digitized by Google

CARINI beschrieb gewisse Chromidialzustände der schizogonischen Formen. Die Kernmassen sollen sich im Plasma ausbreiten, und aus dem Chromidialnetz sollen sich dann neue Kerne bilden. Derartige Formen sahen wir niemals.

Nach der Kernteilung sammelt sich Protoplasma an den Kernen an Es bilden sich allmählich abgegrenzte Parasiten aus, die dann auch bald die typische Bogenform annehmen (Fig. 24—25). Wie sich die encystierten Formen verhalten, muß dahingestellt bleiben. Vielleicht löst sich die Membran auf, oder letztere platzt auch. Auch die schizogonischen Formen findet man sowohl frei als auch intracellulär.

IV.

Folgende Größenverhältnisse von den bis jetzt beschriebenen Toxoplasmen sind bekannt (Tabelle II):

Tabelle II.

	T. gondi	*T. cuniculi*	*T. talpae*	*T. canis*		
				MELLO	CARINI	YAKIMOFF u. KOHL-YAKIMOFF
Länge	5—5,5	5—8	7—10	1,5—2	5—9	4,26—8,52
Breite	3—4	2,5—4	2—5	—	—	1,42—2,84

Aus der Tabelle ersehen wir, daß das in Italien von MELLO im Hunde entdeckte *Toxoplasma* bedeutend kleiner ist als das von CARINI in Brasilien gefundene *Toxoplasma*. Daher hält CARINI beide Parasiten für nicht identisch. Die zukünftige Forschung wird ergeben müssen, ob wir eine und dieselbe Art vor uns haben oder verschiedene für die einzelnen Tierspecies spezifische Formen.

Im Gegensatz zu CARINI, welcher *Toxoplasma cuniculi* mit dem *Toxoplasma* aus dem Hunde identifiziert, glauben wir, daß Parasiten „verschiedener“ Art vorliegen. CARINI selbst konnte weder per os, noch durch subkutane Injektion von Leber- und Milzemulsionen eine Infektion mit *Tox. cuniculi* beim Hunde erzielen. Auch SPLENDORE hatte keinen Erfolg mit der Übertragung von *Tox. cuniculi* auf den Hund. Ein Hund erkrankte wohl, enthielt aber keine Parasiten in den Organen. Schließlich wurde in Europa *Toxoplasma* bisher noch nicht im Kaninchen gefunden, dagegen in zwei verschiedenen Ländergegenden im Hunde. Aus diesem Grunde

Digitized by Google

halten wir das *Toxoplasma* aus dem Hunde für „spezifisch für den Hund".

Schwieriger ist die Frage, ob der Mello'sche Parasit mit dem Carini'schen identisch ist oder nicht. Leider standen uns keine Präparate des Mello'schen Parasiten zur Verfügung, um nochmals genaue Messungen vornehmen zu können. Wir sind der Ansicht, daß gleiche Arten vorliegen, und daß unser Parasit der Größe nach mit dem Carini'schen aus dem Hunde übereinstimmt, und daß auch hierher die Mello'sche Form gehört. Daher nennen wir auch unseren Parasiten *Tox. canis.*

Welche Stellung im System nimmt *Toxoplasma* ein? Nicolle und Manceaux stellten diese neue Art auf. Prowazek stellt *Toxoplasma talpae* zu den Hämogregarinen. Doflein erwähnt nichts von dem Parasiten in seinem Lehrbuch der Protozoen. Wir glauben, daß *Toxoplasma* sehr gut unter die Hämogregarinen, und zwar zu den Leukocytogregarinen zu stellen ist.

V.

Infektionsversuche, die wir anstellten, fielen leider negativ aus, da wir erst zwei Tage post mortem die Experimente ausführen konnten, und daher die Parasiten schon zugrunde gegangen waren. Mit Knochenmarkemulsion infizierten wir folgende Tiere: 3 Hunde intraperitoneal, 4 Kaninchen subkutan und intraperitoneal, 2 Tauben intramuskulär, 4 Ratten intraperitoneal, 10 Mäuse subkutan und 5 Mäuse intraperitoneal. Am 18. September wurden diese Versuche angestellt. Ein Hund starb am 12. Oktober, ein anderer am 2. November. Beide Tiere zeigten keine Parasiten in den Organausstrichen. Der dritte Hund, welcher heute noch lebt, zeigte ebenfalls keine Parasiten im Knochenmark. Ebenso enthielten auch die übrigen Tiere keine Toxoplasmen.

Es soll noch zum Schlusse hervorgehoben werden, daß wir nicht der Meinung sind, es könnte sich eventuell um ein aus Tunis eingeschlepptes Virus handeln. Der aus Tunis mitgebrachte Hund mit *Leishmania infantum* infiziert, zeigte in allen Organausstrichen, die wir in großer Zahl untersuchten, keine Toxoplasmen. Von allen 8 Hunden, welche vom afrikanischen Hund mit *Leishmania* infiziert wurden, war nur dieser eine Hund mit *Toxoplasma* infiziert, alle übrigen, von denen drei an Hundestaupe zugrunde gingen, zeigten in den Organen oder im Knochenmark (der noch lebenden) keine Toxoplasmen. Wir können nicht annehmen, daß sich ganz

Digitized by Google

zufällig nur „ein" Hund empfänglich zeigte und alle übrigen nicht. Der mit *Toxoplasma* infizierte Hund war 2—3 Monate alt und in Deutschland geboren. Auch der mikroskopische Befund spricht dafür, daß wir eine spontane Infektion vor uns hatten.

Herrn Dr. Gonder sind wir für seine Ratschläge und seine Unterstützung zum Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Carini: Reproduction expérimentale de la toxoplasmose du lapin. Bull. de la Soc. de pathol. exot. 1909 No. 8 et 9.

—: Infection spontanée du pigeon et du chien due au „Toxoplasma cuniculi". Ibid. 1911 No. 8.

Mello: Un cas de toxoplasmose du chien observée à Turin. Ibid. 1910.

Nicolle, Ch. et Manceaux: Sur un protozoaire nouveau du gondi. Arch. de l'Inst. Pasteur de Tunis 1909 f. II et C. R. Acad. Sc. 1908 26 oct. et 1909, 8 fèvr.

Prowazek: Parasitische Protozoen aus Japan gesammelt von Herrn Dr. Mine in Fukuoka. Arch. Schiff- u. Tropenhyg. Bd. XIV 1910.

Splendore: Un nuovo protozoa parassita de' conigli. Riv. da Soc. Sc. de Sao Paulo Vol. III No. 10—12 1908.

—: Sopra un nuovo protozoa parassita de' conigli. Ibid. Vol. IV No. 5—7 1909.

—: Sur un nouveau protozoaire parasite du lapin. Bull. de la Soc. de pathol. exot. 1909 No. 8.

Digitized by Google

Tafelerklärung.

Tafel 9 u. 10.

Toxoplasma canis.

(Alle Figuren wurden nach Trockenausstrichen (Giemsa-Färbung) unter Zuhilfenahme des Abbé'schen Zeichenapparates entworfen. Zeiss' Mikroskop, homog. Imm. 1,5 mm Oc. 18. Fig. 39 Oc. 8.)

Fig. 1—4. Halbmondförmige Parasiten.
Fig. 4. Parasit mit geteiltem Caryosom.
Fig. 5—6. Übergangsformen zu ovalen Parasiten.
Fig. 7—10. Ovale Parasiten mit unregelmäßigen Kernen.
Fig. 11—18. Teilungsformen.
Fig. 11—12. Kernteilung.
Fig. 19. Parasit aus dem Herzblut mit 4 Chromosomen.
Fig. 20—34. Schizogonische Formen.
Fig. 20. Parasit mit 4 Chromosomen.
Fig. 21. Kernteilung in 4 Tochterkerne.
Fig. 22—27. Schizogonie.
Fig. 24 u. 25. Schizogonie unter Bildung von Restkörpern.
Fig. 26. Intracelluläre Form.
Fig. 28—34. Schizogonische Formen. Zerfallteilung in 2, 4, 8, 16 Parasiten.
Fig. 35—39. Intracelluläre Parasiten.
Fig. 36. Zwei Toxoplasmen in einer Leberzelle eingeschlossen.
Fig. 39. Zwei encystierte intracelluläre Formen. Imm. 1,5 mm Oc. 8.
Fig. 40—43. Unbestimmte Formen (Evolution, Degeneration).

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Experimentelle Studien über Infusorien.

(Vorläufige Mitteilung.) [1]

Von

Frl. A. Sun.

(Hierzu Tafel 11.)

Auf Anregung des Herrn Prof. S. Awerinzew habe ich im Sommer 1910 eine Reihe von Untersuchungen an *Paramaecium caudatum* unternommen. — Die Aufgabe erweitert sich immerfort und wird immer komplizierter; im Laufe der Arbeit sind viele noch unaufgeklärte Fragen hervorgetreten; dennoch besitzen die von mir erhaltenen Resultate ein gewisses Interesse und verdienen veröffentlicht zu werden.

Was die Folgerungen betrifft, die aus meinen Untersuchungen zu ziehen sind, so behalte ich sie mir bis zum Schlusse derselben vor. Meine Ausgangskultur von *Paramaecium* erhielt ich durch Einsetzen einer kleinen Anzahl dieser Infusorien in ein Gefäß, welches Fleischbouillon enthielt. Als in letzterem die Zahl der Infusorien

---

[1] Anmerkung: Diese vorläufige Mitteilung liegt ungefähr seit anderthalb Jahr zum Drucke bereit. Die rechtzeitige Veröffentlichung derselben sowohl wie die weitere Bearbeitung der in ihr berührten Fragen wurde aber zuerst durch meine Abreise in die Tropen und dann durch persönliche Angelegenheiten, die Frl. A. Sun längere Zeit von St.-Petersburg weghielten, verhindert. Nun finde ich es statthaft, diesen Artikel, obwohl, wie gesagt, mit bedeutender Verspätung, im Drucke erscheinen zu lassen und das um so eher, da ich nicht weiß, ob es je Frl. A. Sun gelingen wird, ihre Experimente mit Paramäcien weiterführen zu können.

April 1912. S. Awerinzew.


Digitized by Google

bedeutend zugenommen hatte, wurden die Paramäcien mit einer Pipette in Uhrschälchen von 10 ccm Rauminhalt oder in Schälchen kleinerer Kapazität verteilt und in eine feuchte Kammer gestellt.

Für eine andere Versuchsreihe wurden Reinkulturen angesetzt; an ihnen wurden die Untersuchungen betreffend des Einwirkens verschiedener Reizmittel angestellt.

Gleichzeitig mit Beobachtungen am lebenden Material wurde auch fixiertes Material untersucht. Als Fixierungsflüssigkeit bediente ich mich immer einer angewärmten konzentrierten wässerigen Sublimatlösung. Gefärbt habe ich meistens mit Alaunkarmin; sehr schöne Präparate erhielt ich bei Anwendung von Heidenhain's Eisenhämatoxylin.

1. Versuche mit Harnsäure.

Am 5. Juni setzte ich mehreren *Paramaecium*-Kulturen, die in Uhrschälchen gezüchtet waren, ein kleines Quantum Harnsäure zu, welches aber nicht näher präzisiert wurde. Anfangs konnten keine Veränderungen beobachtet werden: die Paramäcien vermehrten sich lebhaft und es waren keine Veränderungen weder im Aussehen noch in der Bewegungsart derselben zu beobachten. Jedoch, vom 10. Juni ab fand augenscheinlich in diesen Kulturen keine Vermehrung der Infusorien mehr statt. Um diese Beobachtung sicher zu stellen, ist am 24. Juni aus einer der betreffenden Kulturen ein *Paramaecium* entnommen worden und in Fleischbouillon, die ebenfalls etwas Harnsäure enthielt, abgesetzt. — Sowohl dieser Kontrollversuch, als auch ein anderer, welcher mit einem einer anderen Kultur entnommenen Paramäcien gemacht wurde, haben gezeigt, daß der Vermehrungsprozeß unter Einfluß von Harnsäure nicht endgültig aufhört, es wird nur das Tempo desselben sehr verlangsamt. Meine Beobachtungen ergaben folgende Daten. — Während die Paramäcien einer normalen Kultur sich $1^1/_2$—2 mal täglich teilen, verhielt sich das der Versuchskultur entnommene *Paramaecium* folgenderweise. — Am 22. Juni wurde es abgesetzt; zum erstenmal teilte es sich in der Nacht vom 22. auf den 23. Juni; dann teilte es sich bis zum 27. nicht mehr, die darauffolgende Teilung fand am 30. Juni statt. Am 1. Juli gingen diese Infusorien zugrunde. Am 14. Juli wurde derselbe Versuch mit drei Paramäcien wiederholt. Dieselben waren einer jüngeren, aus größeren Tieren bestehenden Kultur entnommen. Im Laufe der ersten zwei Tage, des 15. und 16. Juli, wurden keine Abschweifungen im Vermehrungstempo beobachtet. Am 17. Juli teilte sich nur das eine der drei Paramäcien; am 18. unterblieb die Teilung vollständig;

Digitized by Google

am 19. ging eins der Paramäcien zugrunde. In der aus den zwei überlebenden Infusorien bestehenden Kultur traten bis zum 22. Juli keine Veränderungen ein; an diesem Tage ging das eine der Infusorien zugrunde; das andere teilte sich. Weitere Teilungen der letzteren fanden am 23., 25., 26., 28. und 29. Juli statt. Am 30. Juli ist die Kultur eingegangen.

Am 23. Juni wurde ein bedeutendes Absterben der Paramäcien in den Kulturen, denen Harnsäure zugesetzt war, bemerkbar; gegen den 12. Juli starben die Kulturen.

Bei mikroskopischer Untersuchung der lebenden Infusorien bemerkte ich, daß die kontraktilen Vacuolen sehr rasch pulsierten und daß die zuführenden Kanäle nicht sichtbar waren. Im Laufe des Experiments fand das Anwachsen der Zahl der Excretkörner statt; so daß gegen Schluß des Versuches die Infusorien ganz dunkel aussahen. Es kommt also hier ein gewisser Widerspruch zum Vorschein. — Im Einklang mit Schewiakoff's (1894) Worten: „Es liegt die Vermutung nahe, daß die Excretkörner im Protoplasma aufgelöst und in flüssigem Zustande durch die kontraktile Vacuole nach außen entleert werden“ (p. 55) müßte die Zahl der im gelösten Zustande durch die kontraktilen Vacuolen ausgeschiedenen Excretkörner mit der Zunahme des den Infusorienkörper durchströmenden Wasserquantums zunehmen. Doch stimmen meine Beobachtungen mit diesen Vermutungen nicht überein. Ob die neugebildeten Excretkörner anderer Konsistenz sind, ob in der Funktion der kontraktilen Vacuole im Laufe dieser Versuche irgendwelche pathologischen Umänderungen stattfinden, oder, endlich, ob der Prozeß der Entfernung von Excretkörnern aus dem Infusorienkörper anders verläuft als es gewöhnlich angenommen wird, ist mir nicht gelungen festzustellen. Unter Einfluß der Harnsäure finden im Kern wesentliche Umänderungen statt, welche bereits am zweiten Tage hervortreten. — Die Kernränder erhalten Vorwölbungen und Ausbuchtungen, wodurch der Macronucleus eine eigenartige Form annimmt (Taf. 11 Fig. 1). Später zerfällt der Kern in immer kleinere Teile. Meistens sind diese Kernteile fast gleicher Größe, manchmal sind aber Stücke ungleicher Dimensionen zu beobachten (Taf. 11 Fig. 2). In einigen Fällen kann eine Vermehrung des Micronucleus beobachtet werden, während der Macronucleus in zwei (Taf. 11 Fig. 3) oder mehrere (Taf. 11 Fig. 4) Teile zerfällt.

Diese Bilder stehen denjenigen von Popoff (1909 a) beobachteten sehr nahe. In seinem Versuch mit Ammoniak berichtet der Verfasser: „Der Macronucleus gibt seine regelmäßige Form auf, wird

Digitized by Google

lappig und zeigt verschiedene Ausbuchtungen und Vertiefungen. Seine Größe nimmt erheblich zu im Vergleiche mit derjenigen normaler Tiere. Diese Kernvergrößerung wird bei manchen Tieren von einer nachträglichen Kernzerstückelung begleitet" (p. 24). Gleichzeitig mit diesen Umänderungen im Macronucleus findet eine Vermehrung des Micronucleus statt. Da sich in diesen Versuchen Nahrungsmangel eingestellt hatte, so kommen in meinen Präparaten auch Hungertiere vor; wie bereits Khainsky (1910) beschrieben hat, wird der Macronucleus derselben stark vacuolisiert (Taf. 11 Fig. 5) und zerfällt später in zwei Teile (Taf. 11 Fig. 6).

2. Versuch mit Calciumphosphat.

Am 15. Juni wurden drei reine (jede von einem einzigen Infusor abstammende) Uhrschälchenkulturen angesetzt und ihnen Calciumanhydrophosphat [$Ca_3(PO_4)_2$] beigefügt. Bis zum 5. Juli vermehrten sich die Paramäcien lebhaft, später aber wurde ein Absterben bemerkbar. Die am Leben gebliebenen Paramäcien wurden ganz klein und dunkel (letzterer Umstand ist der großen Masse der sie überfüllenden Excretkörner zuzuschreiben). Die Infusorien bewegten sich sehr träge, meistens aber verblieben sie unbeweglich auf dem Boden des Uhrschälchens.

Das Anfertigen der Präparate war dadurch sehr erschwert, daß viele Infusorien entweder zugrunde gingen, sobald sie in Berührung mit dem Deckgläschen kamen, oder sie zersprangen in der Fixierungsflüssigkeit.

Die Wirkung dieses Salzes auf den Kern von *Paramaecium* ist derjenigen der Harnsäure ähnlich: der Kern erhält tief eingeschnittene Ränder (Taf. 11 Fig. 7), nimmt eine unregelmäßige Form an (Taf. 11 Fig. 8) und zerfällt dann in einzelne Teile (Taf. 11 Fig. 9).

Auch in diesem Experiment kommen Hungertiere vor, deren Kerne die typischen Merkmale von Hungerkernen aufweisen: der sphärische Macronucleus ist vacuolisiert und zerfällt öfters in zwei Teile.

Am 18. Juni stellte ich Versuche mit dem Hydrat von Calciumhydrophosphat $2CaHPO_4 \cdot 3H_2O$ und dem Dihydrat desselben Salzes — $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ — an, indem ich jedes dieser Salze in je zwei Reinkulturen hineintat.

Ebenso wie das Calciumanhydrophosphat, lösten sich diese beiden Salze sehr langsam, so daß anfangs kein Einwirken derselben auf die Paramäcien zum Vorschein kam.

Digitized by Google

Am 5. Juli fing das Absterben der Kulturen, in die das Hydrat $2CaHPO_4 \cdot 3H_2O$ hingetan war, an und einige Tage darauf — am 8. Juli — wurde ein Absterben der zwei anderen Kulturen beobachtet. Die Größe der Paramäcien verringerte sich bedeutend. Die Paramäcien selber waren unbeweglich und durchwegs von Excretkörnern, welche manchmal kolossale Dimensionen erreichten, angefüllt (Taf. 11 Fig. 10) Es ist mir nicht gelungen das Funktionieren der kontraktilen Vacuolen zu untersuchen. Das Anfertigen der Präparate war dadurch sehr erschwert, daß viele Infusorien bereits beim Übertragen auf den Objektträger zugrunde gingen. Die Kernveränderungen, die in einem Falle durch Einwirkung des Hydrats, in anderen — des Dihydrats — des Calciumhydrophosphats hervorgerufen waren, erwiesen sich für analog und denjenigen, die in den oben besprochenen Versuchen beobachtet wurden, ähnlich; — die Kernränder wurden mehr oder weniger zackig, der Kern verlor seine ursprüngliche Form und zerfiel in einzelne Teile (Taf. 11 Fig. 12—13 Versuch mit dem Hydrat von Calciumhydrophosphat; Fig. 14—15 Versuch mit den Dihydrat desselben Salzes). Auch in den beiden letzten Versuchen kamen Hungertiere mit den typischen Kernen vor.

Ganz am Schlusse des Versuchs mit der Kultur, der das Dihydrat beigefügt war, ist es mir gelungen ein in Teilung begriffenes *Paramaecium* aufzufinden. Dabei stellte es sich heraus, daß in dem einen Teil des Infusorkörpers der ganze Kern, welcher in fünf Teile zerfallen ist (wobei einer dieser Teile augenscheinlich im Begriffe steht seinerseits in zwei Teile zu zerfallen), hinübergeht, während der andere Teil ganz kernlos bleibt (Taf. 11 Fig. 16). Es sei nun noch erwähnt, daß ich eine ähnliche Teilung auch bei einem allem Anschein nach normalen *Paramaecium* beobachtet habe; bei ihm lagen die beiden einander gegenüber gelagerten Macronuclei mitsamt den zwei ebenfalls einander gegenüber gelegenen in die entsprechenden Vertiefungen der Macronuclei eingetretenen Micronuclei, die bereits ihre normale Form angenommen hatten, in dem einen Teil des Infusorkörpers, während der andere Teil kernlos war (Taf. 11, Fig. 17).

Es unterliegt keinem Zweifel, daß eine derartige Teilung zur Bildung zweier Tochterindividuen führt und daß das aus dieser Teilung entstandene kernlose *Paramaecium* lebensfähig ist, da ich mehrere Präparate von Paramäcien besitze, in denen nicht nur mit Alaun- oder Boraxkarmin, sondern auch mit Eisenhämatoxylin nicht das geringste Kennzeichen eines Macro- oder Micronucleus entdeckt werden konnte. Manchmal besitzen derartige kernlose Paramäcien, wie ich sie aus den Kulturen, denen das Dihydrat $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$

Digitized by Google

zugesetzt war, gefunden habe, ein ganz eigenartiges Verhalten den Farben gegenüber: sie färben sich nämlich ganz homogen und dabei in einen dunkleren Ton, als die auf demselben Objektträger sich befindenden normalen Infusorien.

Zwar erweisen sich die kernlosen Paramäcien für lebensfähig, doch ist ihr Leben wahrscheinlich von kurzer Dauer, worin ich die Erklärung der Tatsache sehe, daß ich bei meinen Untersuchungen über die Schnelligkeit des Teilungsprozesses feststellen konnte, daß oftmals nur ein Tochterindividuum sich weiter teilte, während das andere am folgenden Tage zugrunde ging. Der zweite Fall einer anomalen Teilung, den ich beobachtet habe, bestand darin, daß in dem einen Teil des Infusorkörpers nur ein Micronucleus sich befand, während im anderen der zweite Micronucleus und die beiden einander gegenüber gelegenen, bereits abgerundeten normalen Macronuclei aufzufinden waren. Es ist klar, daß eine ähnliche Teilung zur Bildung derjenigen, verhältnismäßig oft vorkommenden Paramäcien führt, welche bloß einen Micronucleus besitzen. Im dritten Falle befand sich der eine Macronucleus mit dem Micronucleus, welcher in einer Einsenkung des ersteren liegt, in dem einen Teil, während die anderen Macro- und Micronuclei gerade auf der Grenze beider Hälften des Infusorienkörpers gelegen waren. In diesem Falle kann die Teilung augenscheinlich nicht stattfinden.

Einige Fälle unregelmäßiger Teilungen von Paramäcien werden von Khainsky (1910) beschrieben.

Popoff (1909) rief ungleichmäßige Teilungen, bei denen das eine der Tochterinfusorien keinen Kern erhielt durch Einfluß niedriger Temperaturen oder auch durch Einwirken einer 4 proz. Zuckerlösung oder einer Lösung von MgCl hervor.

Popoff (1909) berichtet, in einer *Frontonia*-Kultur eine außerordentlich große und eine kernlose *Frontonia* gesehen zu haben. Bei näherer Beobachtung erwies es sich, daß das große Infusor zwei Kerne besaß. Die kernlose *Frontonia* ist neun Tage lang am Leben geblieben.

Zum Schluß möchte ich noch von einem Teilungsfall mit außerordentlich langsamem Teilungstempo berichten. (Die Ursachen, die eine derartige Erscheinung hervorgerufen haben, sind mir unbekannt geblieben.) — Mit der Absicht Daten betreffend das Teilungstempo gleichaltriger Paramäcien bei normaler und bei erhöhter Temperatur zu erhalten, entnahm ich einem Aquarium ein *Paramaecium*, welches im letzten Teilungsstadium sich befand, um eine Reinkultur anzusetzen. Nach Verlauf einer halben Stunde, als die Teilung schon

Digitized by Google

längst abgeschlossen sein sollte, fand ich das Infusor unverändert. Es treten sogar nach Verlauf von zwei Stunden keine Veränderungen ein. Unlängst, während ich eine sehr reiche Paramäcienkultur durchmusterte, wurde meine Aufmerksamkeit auf ein in Teilung begriffenes *Paramaecium* gelenkt. — Beide Teile hatten bereits die Dimensionen eines erwachsenen Infusors erreicht, und allem Anschein nach unterschieden sie sich in nichts von einem solchen; allein, es ging von der einen zur anderen Hälfte eine schmale Protoplasmabrücke, die sie aneinander festhielt. Die Infusorien machten scharfe Bewegungen, es war als ob sie ihr Äußerstes taten, um diese Brücke zu zerreißen, nur erwies sich diese Brücke für sehr widerstandsfähig, so daß erst nach Verlauf von drei Stunden (vom Anfang meiner Beobachtungen) die endgültige Teilung stattfinden konnte. Am nächsten Tag wurden beide Paramäcien fixiert. Beim Untersuchen des Präparats erwies es sich, daß die Kerne dieser Infusorien ganz normal waren.

3. Über Bildung giftiger thermolabiler Substanzen in den Infusorienkulturen.

In seinem Artikel schreibt Küster (1909) folgendes: „. . . Eine ganz ähnliche bakterizide, oder doch wenigstens wachstumhemmende Wirkung, wie sie der Pyocyanase zukommt, haben nun auch die Stoffwechselprodukte vieler anderer Bakterien, ja vielleicht fast aller Bakterien und vieler anderer Arten von Mikroorganismen — nur daß die wachstumhemmenden Stoffe im allgemeinen thermolabil sind, also durch Kochen zerstört, oder wenigstens wirkungslos werden“ (p. 8). Mit der Absicht, die Frage, welchen Einfluß auf die Paramäcien ihre eigenen Stoffwechselprodukte haben können, habe ich gleichzeitig mit den Versuchen mit Calciumphosphat drei reine Paramäcienkulturen auf zwei Uhrschälchen verteilt, so daß eine möglichst große Anzahl Paramäcien in ein möglichst kleines Quantum Flüssigkeit eingesetzt war.

Auch bei diesem Versuche wurde bald eine bedeutende Anhäufung von Excretkörnern bemerkbar; dann trat das Aussterben ein. Am 26. Juni war eine der Kulturen ganz ausgestorben; am 27. wurden einige Infusorien von neuem in dieselbe Kulturflüssigkeit eingesetzt; am 28. waren fast alle eingegangen; diejenigen, die noch am Leben geblieben waren, bewegten sich sehr träge: sie starben am 29. ab. Dann wurden wieder ungefähr zwanzig Paramäcien, die einer jüngeren und aus größeren Infusorien bestehenden Kultur ent-

Digitized by Google

nommen waren, eingesetzt. Als sie in das, offenbar für sie giftige, Medium gerieten, führten die Paramäcien anfangs dieselben saccadierten Bewegungen aus, wie sie bei diesen Infusorien bei langsamer Fixierung mit Sublimat beobachtet werden können, dann begannen sie Drehbewegungen auszuführen, blieben auf einmal stehen und nach Verlauf einiger Minuten vollkommener Unbeweglichkeit bewegten sie sich langsam den Rändern des Uhrschälchens zu. Gegen 7 Uhr abends waren im Uhrschälchen keine Paramäcien mehr zu finden. Am 30. Juni wurde die Kulturflüssigkeit abgekocht und nach vollständigem Abkühlen derselben in sie einige Paramäcien, aus einer alten Kultur, eingesetzt. Es konnte in diesen Infusorien keine Bewegungsveränderung beobachtet werden, auch blieben sämtliche Infusorien am Leben.

Also wurden die giftigen Eigenschaften der Kulturflüssigkeit, die durch längeres Aufhalten einer großen Anzahl Paramäcien in ihr entstanden war, durch Abkochen vollständig zerstört. Was die Einwirkung eines solchen Mediums auf den Kern anbetrifft, so erwies sie sich als derjenigen der Calciumphosphate für gleichwertig: in einigen Fällen findet die Vermehrung des Micronucleus und der Zerfall des Macronucleus in Teile (Taf. 11 Fig. 18) statt; in anderen — zerfällt der Macronucleus in kleine Teile, während der Micronucleus ganz unverändert bleibt (Taf. 11 Fig. 19). Der Versuch mit der zweiten Uhrschälchenkultur konnte nicht zu Ende geführt werden, da sich in ihr Algen sehr stark vermehrt hatten.

Was den Einfluß der Stoffwechselprodukte auf den Kernapparat der Infusorien anbetrifft, so habe ich folgende Daten erhalten. Am 13. Juni setzte ich eine neue Kultur an, indem ich zwei Paramäcien aus einer jungen Kultur absetzte. Gegen den 3.—4. Juli war die neue Kultur sehr vollzählig; bald darauf begann ein rasches Aussterben. Die kontraktilen Vacuolen der Infusorien waren klein, rundlich und pulsierten sehr rasch; die zuführenden Kanäle waren oft nicht zu sehen und es fand eine rasche Anhäufung von Excretkörnern statt. Der Kern wies dieselben Veränderungen auf, wie sie in der alten Kultur beobachtet wurden: der Macronucleus zerfiel in größere (Taf. 11 Fig. 23) oder kleinere (Taf. 11 Fig. 21) Teile, wobei gleichzeitig eine Vermehrung des Micronucleus stattfand (Taf. 11 Fig. 22).

4. Einfluß der erhöhten Temperatur.

Um den Einfluß einer erhöhten Temperatur auf die Paramäcien zu beobachten stellte ich am 17. Juni einige Uhrschälchen mit den

Digitized by Google

Infusorien in einen Wärmeschrank, der auf eine Temperatur von 31,5° C, d. h. 10° höher als die gewöhnliche Zimmertemperatur eingestellt war. Um die Bestimmung der Teilungsschnelligkeit der unter solchen Bedingungen sich befindenden Paramäcien zu ermöglichen, setzte ich in vier Uhrschälchen je ein *Paramaecium* ein; in anderen Uhrschälchen befanden sich je zwei, drei, vier oder mehrere Infusorien. Gleichzeitig wurden auch einzelne Infusorien bei normaler Temperatur (Zimmertemperatur) gehalten. Ich erhielt folgende Resultate: die auf dem Arbeitstisch (also bei normaler Temperatur) gehaltenen Paramäcien teilten sich wie folgt: 1. In der Nacht vom 17. auf den 18. Juni, und zum zweitenmal am 18. gegen 7 Uhr abends; 2. in der Nacht vom 18. auf den 19. Juni und um 2 Uhr 45 Minuten nachmittags; 3. in der Nacht vom 19. auf den 20. Juni und am 20. Juni zwischen 6 und 7 Uhr abends; 4. in der Nacht vom 20. auf den 21. Juni und am 21. gegen 3 Uhr nachmittags; also ungefähr $1^1/_2$—2mal in 24 Stunden.

Was die im Wärmeschrank gehaltenen Paramäcien anbetrifft, so waren am 18. morgens in den Uhrschälchen 1, 2 und 4 (die Uhrschälchen waren numeriert) je 8 Paramäcien in jedem — also hatten im Laufe einer Nacht drei Teilungen stattgefunden; in dem Uhrschälchen 3 befanden sich aber nur zwei Paramäcien. Am 18. Juni zwischen 2 und 7 Uhr nachmittags teilten sich alle Paramäcien wieder. Am 19. morgens befanden sich in den Uhrschälchen 1 und 2 je vier Infusorien, in dem Uhrschälchen 3 — acht und in dem Uhrschälchen 4 — bloß zwei Paramäcien. Zwischen 1 und 2 Uhr nachmittags fand eine Teilung in allen Uhrschälchen statt und gegen 8 Uhr abends desselben Tages hatten sich alle Paramäcien von neuem geteilt. Am 20. Juni morgens waren in den Uhrschälchen 1 und 2 je vier Paramäcien, im Uhrschälchen 3 — acht, zwischen 1 und 6 Uhr nachmittags hatte eine Teilung aller Paramäcien stattgefunden. Am 22. befanden sich in den Uhrschälchen 1 und 2 je acht Paramäcien, in Uhrschälchen 3 und 4 — je vier. Aus Besagtem ist zu ersehen, daß im Laufe von 24 Stunden ungefähr vier Teilungen stattfanden, also zweimal soviel als es unter gewöhnlichen Bedingungen der Fall ist. Es verläuft auch der Teilungsprozeß selber, oder wenigstens derjenige Teil desselben, der der Beobachtung zugänglich ist, zweimal so schnell als unter normalen Verhältnissen. Im letzteren Fall (bei einer normalen Teilung) verläuft die Teilung in 37 Minuten während bei der angegebenen Wärmeschranktemperatur dieser Prozeß in weniger als 15 Minuten abgeschlossen war. Also wird VAN 'THOFF's Regel, daß über ein

Digitized by Google

Temperaturintervall von 10° hin der Geschwindigkeitsfaktor auf das Doppelte bis Dreifache wächst durch diese Untersuchungen vollkommen bestätigt.

Versuche, die Infusorien einer noch höheren Temperatur zu unterwerfen, blieben erfolglos, denn es erwies sich, daß bei 38° C die Infusorien eine längere Zeit zwar noch am Leben bleiben, daß sie aber zugrunde gehen, sobald die Temperatur von 39—40° erreicht wird.

Die Bestätigung van 'tHoff's Regel in unseren Versuchen weist uns, wie ich denke, auf einige die Teilung der Paramäcien hervorrufende Faktoren. — Man kann die Zellteilung nicht als einen physikalischen Prozeß allein betrachten; einen Prozeß, der in Zusammenhang mit Massenanhäufung steht. Wie bekannt, ist es durch Untersuchungen gezeigt worden, daß das van 'tHoff-Arrhenius Gesetz auch für die enzymatischen Prozesse gilt. Meiner Meinung nach, ist die Ursache der Zellteilung, wenn nicht ausschließlich, so doch größtenteils in den enzymatischen Prozessen zu suchen. Ich denke, daß nur diese Anschauung allein die Tatsache erklären kann, daß nicht nur die Schnelligkeit mit der sich die Zellen teilen, sondern auch das Tempo des Teilungsprozesses selber als Funktion der Temperatur sich herausstellt.

In denjenigen Uhrschälchen in welche mehrere Infusorien gesetzt waren, erreichte deren Zahl am 22. Juni das Maximum (die Infusorien bewegten sich außerordentlich schnell), später begann dieselbe sich bedeutend zu vermindern. Die kontraktilen Vacuolen, insbesondere die hintere, pulsierten sehr langsam, nie aber verschwanden sie vollständig; sie erreichten bei der Dilatation außerordentlich große Dimensionen, gleichsam als liefen sie über und bedeckten also die zuführenden Kanäle, welche letztere ihrerseits anomal breit waren.

Möglicherweise findet sich in allen Fällen einer schädlichen Einwirkung von Salzen oder anderen Faktoren auf Infusorien eine Störung des normalen Funktionierens der kontraktilen Vacuole — wie es auch oben beschrieben worden ist — statt. Die Flüssigkeit wird meistens nicht nach außen befördert, sondern von neuem im Protoplasma verteilt; die Ausscheidung der Flüssigkeit wird verlangsamt.

Wenn dem so ist, so wird in allen diesen Fällen die Zunahme der Zahl und des Umfanges der Excretkörner ganz klar. — Bei den marinen *Foraminifera* und anderen Formen, denen kontraktile Vacuolen fehlen, findet gewöhnlich entweder eine Anhäufung von Excretkörnern im Protoplasma, oder auch deren Ablagerung an bestimmten Stellen (Sterkome, Phäodium der Radiolarien, Hüllen und

Digitized by Google

andere Gebilde anderer Einzelligen) oder eine einfache Ausscheidung derselben nach außen statt. Was den Kern anbetrifft, so erwiesen sich die in ihm unter Einfluß der erhöhten Temperatur stattgefundenen Umänderungen als besonders bemerkenswert. — Zuweilen erhält er anfangs (wie aus Taf. 11 Fig. 23 zu ersehen ist) eine ungewöhnliche längliche Form; in anderen Fällen sieht der Macronucleus wie ein langes verwickeltes Band aus, dessen Schleifen einander dicht anliegen (Taf. 11 Fig. 24). Allmählich kommen diese Schleifen auseinander, das Band löst sich (Taf. 11 Fig. 25) dehnt sich (Taf. 11 Fig. 26) und zerfällt in einzelne Teile (Taf. 11 Fig. 27), die ihrerseits in kleine Teile zerfallen (Taf. 11 Fig. 28). Zuweilen findet auch unter diesen Bedingungen die Vermehrung des Micronucleus statt (Taf. 11 Fig. 29).

Zum Schluß muß ich betonen, daß die soeben beschriebenen Bilder sehr stark an diejenigen erinnern, die wir im Kern der conjugierenden Infusorien beobachten können — eine Tatsache, die mir sehr wichtig zu sein scheint.

Es ist mir eine angenehme Pflicht Herrn Prof. S. Awerinzew, auf dessen Anregung und unter dessen Leitung ich diese Versuche ausgeführt habe, meinen tiefsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Khainsky (1910): Physiologische Untersuchungen an Paramäcien. Arbeiten der Naturforschergesellschaft an der Warschauer Universität. [Russisch.]

Küster (1909): Über chemische Beeinflussung der Organismen durcheinander. Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Heft 6.

Popoff (1909): Experimentelle Zellstudien II. Arch. f. Zellforschung.

— (1909a): Experimentelle Zellstudien III. Arch. f. Zellforsch.

Schewiakoff (1894): Über die Natur der sog. Excretkörner der Infusorien. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 57.

Tafelerklärung.

Tafel 11.

(Alle Figuren sind mit dem Abbe'schen Zeichenapparat bei Vergrößerung Oc. 3 Obj. 7, Leitz, ausgeführt.)

Fig. 1—4. Veränderungen des Kernes bei Versuchen mit Harnsäure.

Fig. 5—6. Kerne der Hungertiere.

Digitized by Google

Fig. 7—9. Veränderungen des Kernes bei den Versuchen mit Calciumanhydrophosphat.

Fig. 10. Bildung sehr großer Excretkörner bei den Versuchen mit $2CaHPO_4 \cdot 3H_2O$.

Fig. 11. Anomale Form, die ein aus der Versuchskultur mit $2CaHPO_4 \cdot 3H_2O$ *Paramaecium* während der Fixierung angenommen hat.

Fig. 12—13. Veränderungen des Kernes bei den Versuchen mit $2CaHPO_4 \cdot 3H_2O$.

Fig. 14—15. Veränderungen der Kerne bei den Versuchen mit $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$.

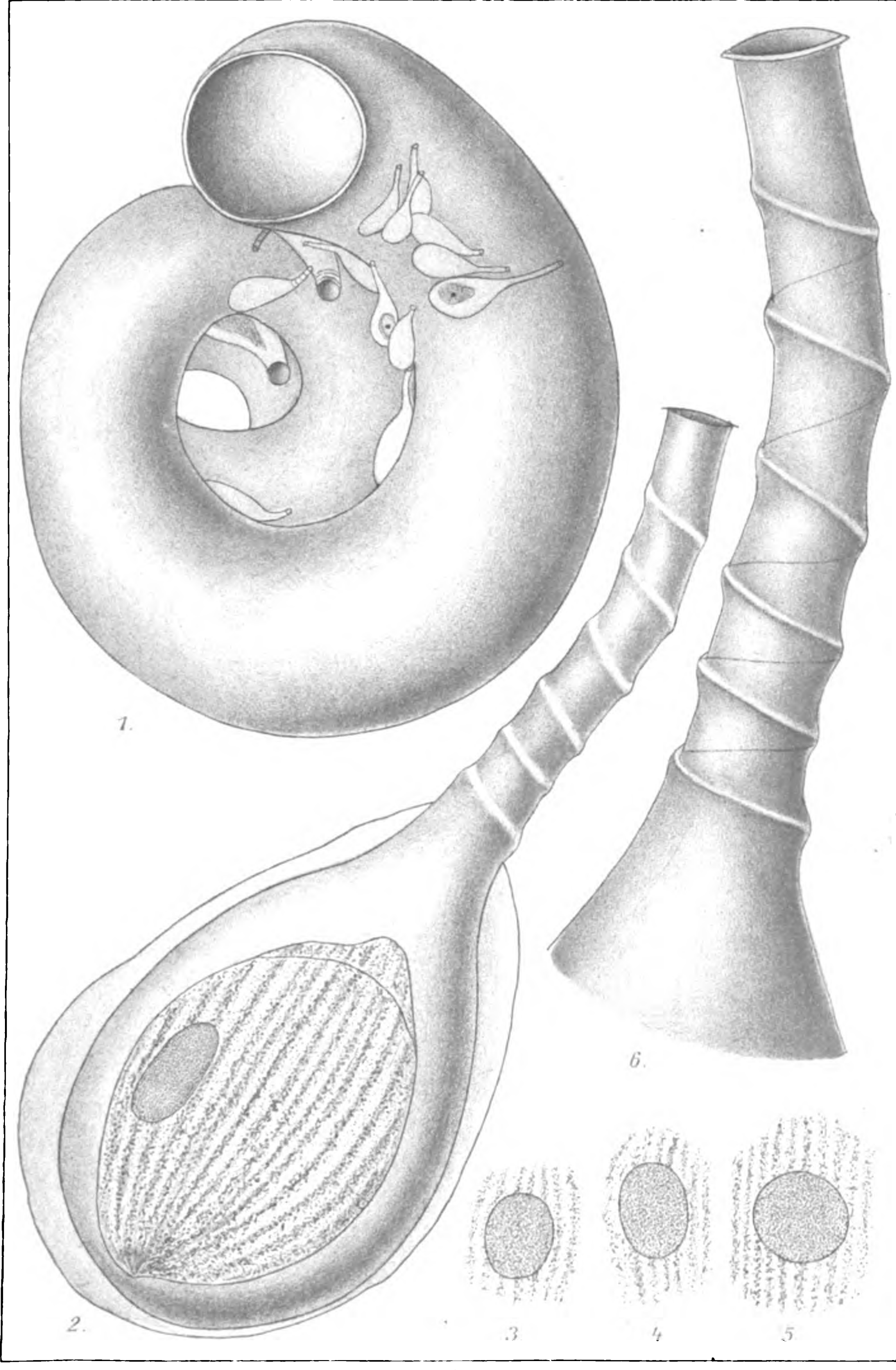
Fig. 16. Ungleichmäßige Teilung eines *Paramaecium* aus der Versuchskultur mit $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$.

Fig. 17. Ungleichmäßige Teilung eines normalen *Paramaecium*.

Fig. 18—22. Veränderungen des Kernes bei Einwirkung von thermolabilen Substanzen.

Fig. 23—28. Veränderungen des Kernes unter Einfluß der erhöhten Temperatur.

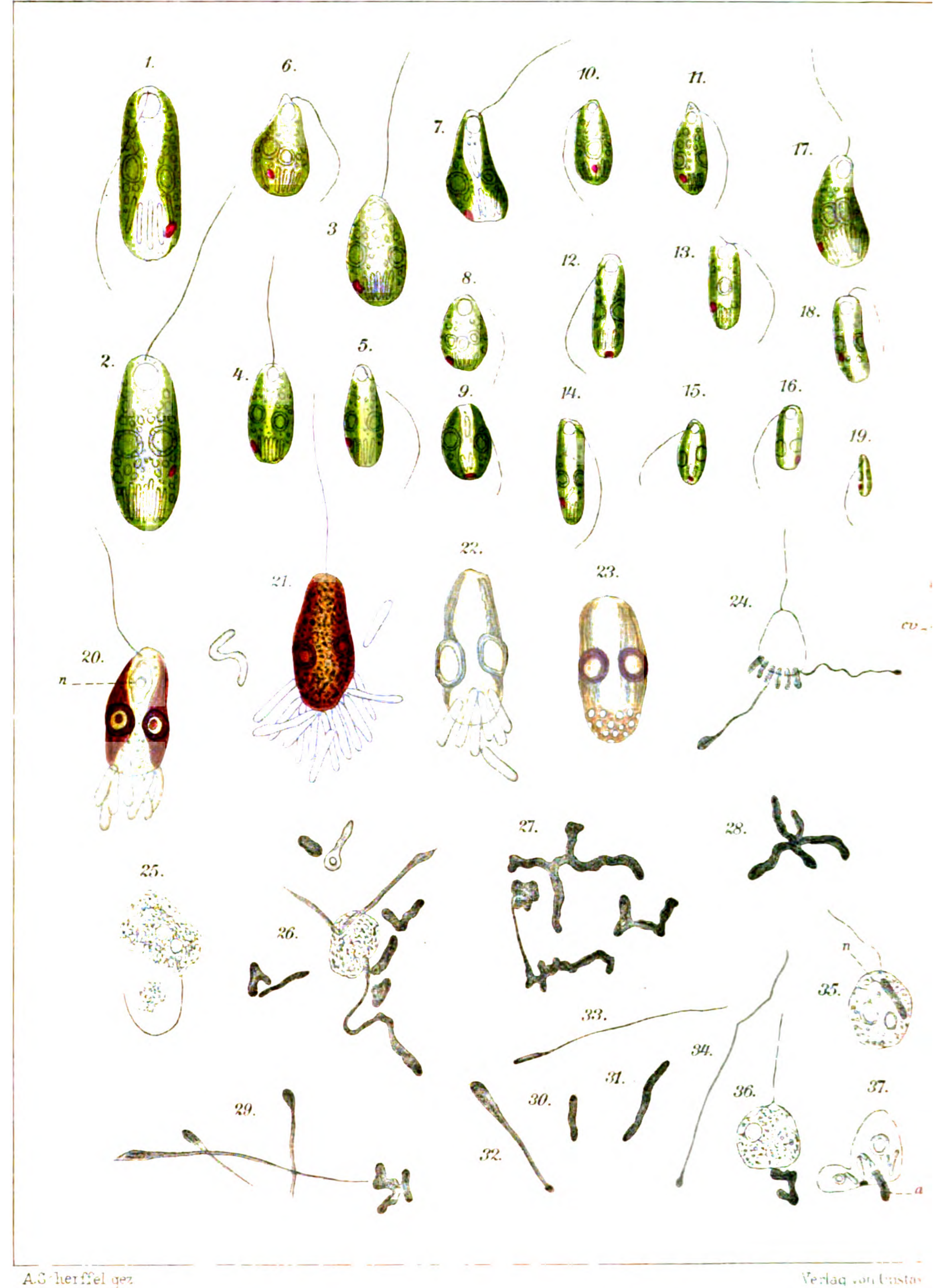
Digitized by Google



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Digitized by Google

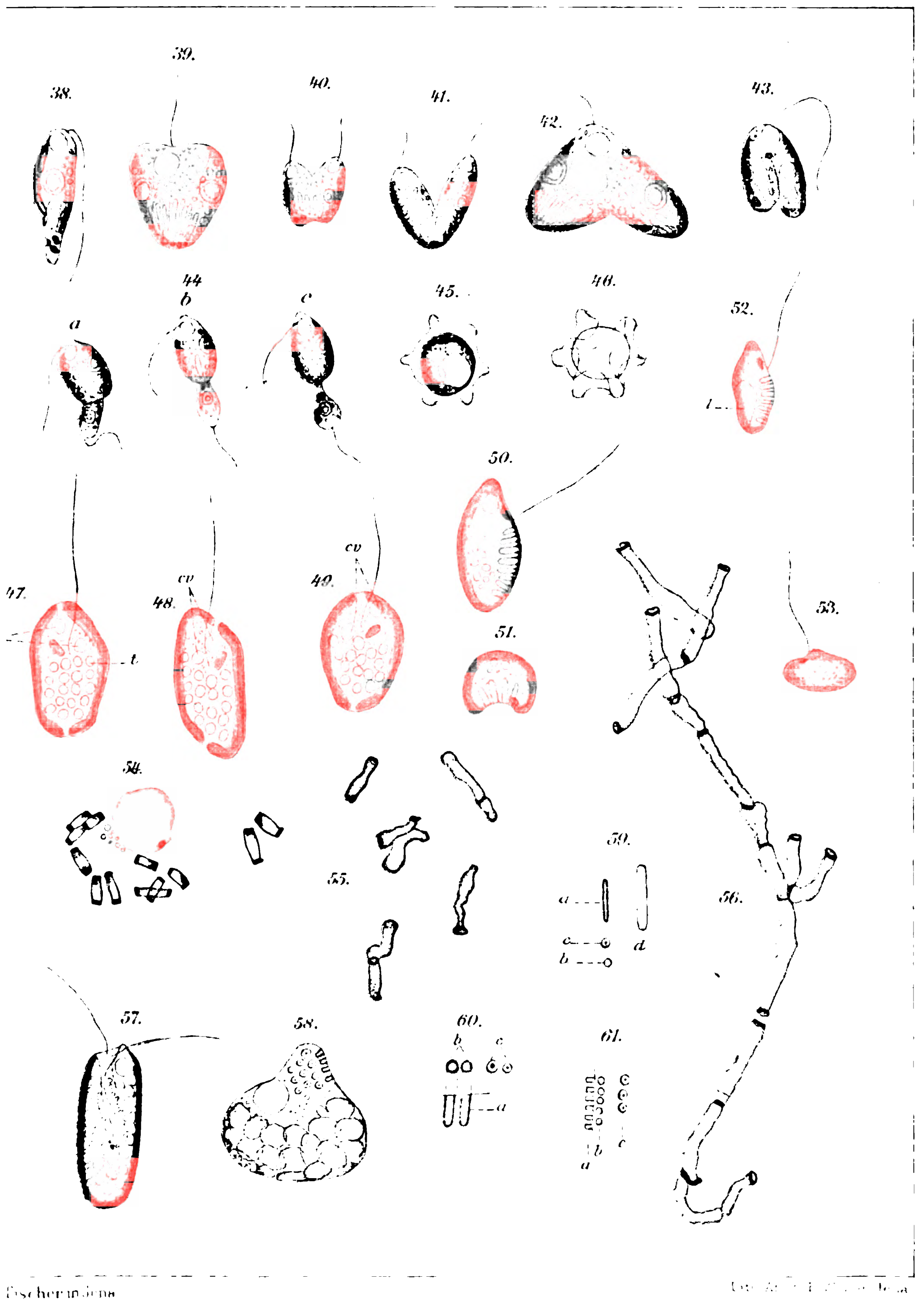
Digitized by Google



A. Scherffel gez.

Verlag von Gustav

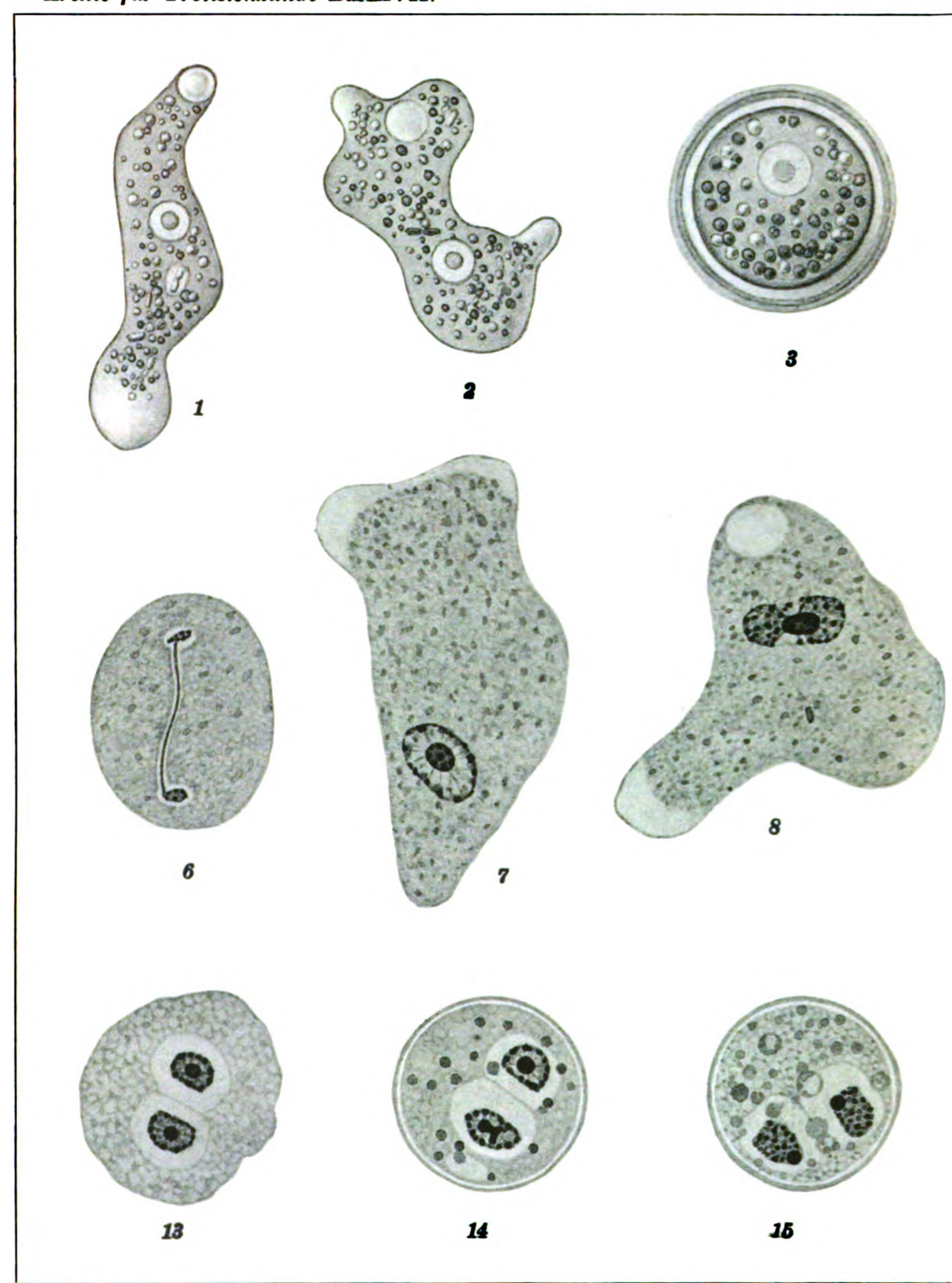
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

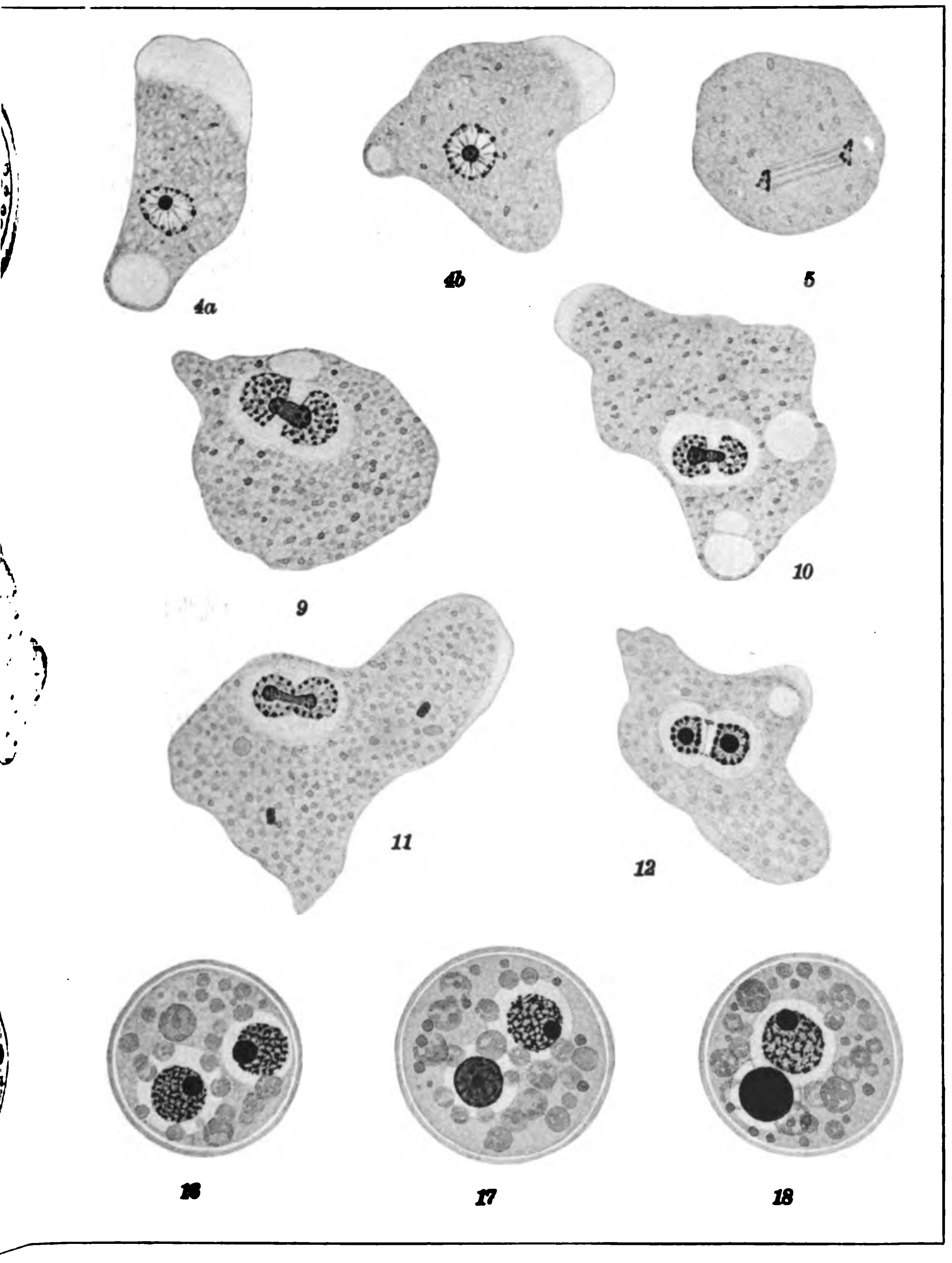
Digitized by Google



Hans Gläser gez.

Verlag von Gusta

Digitized by Google



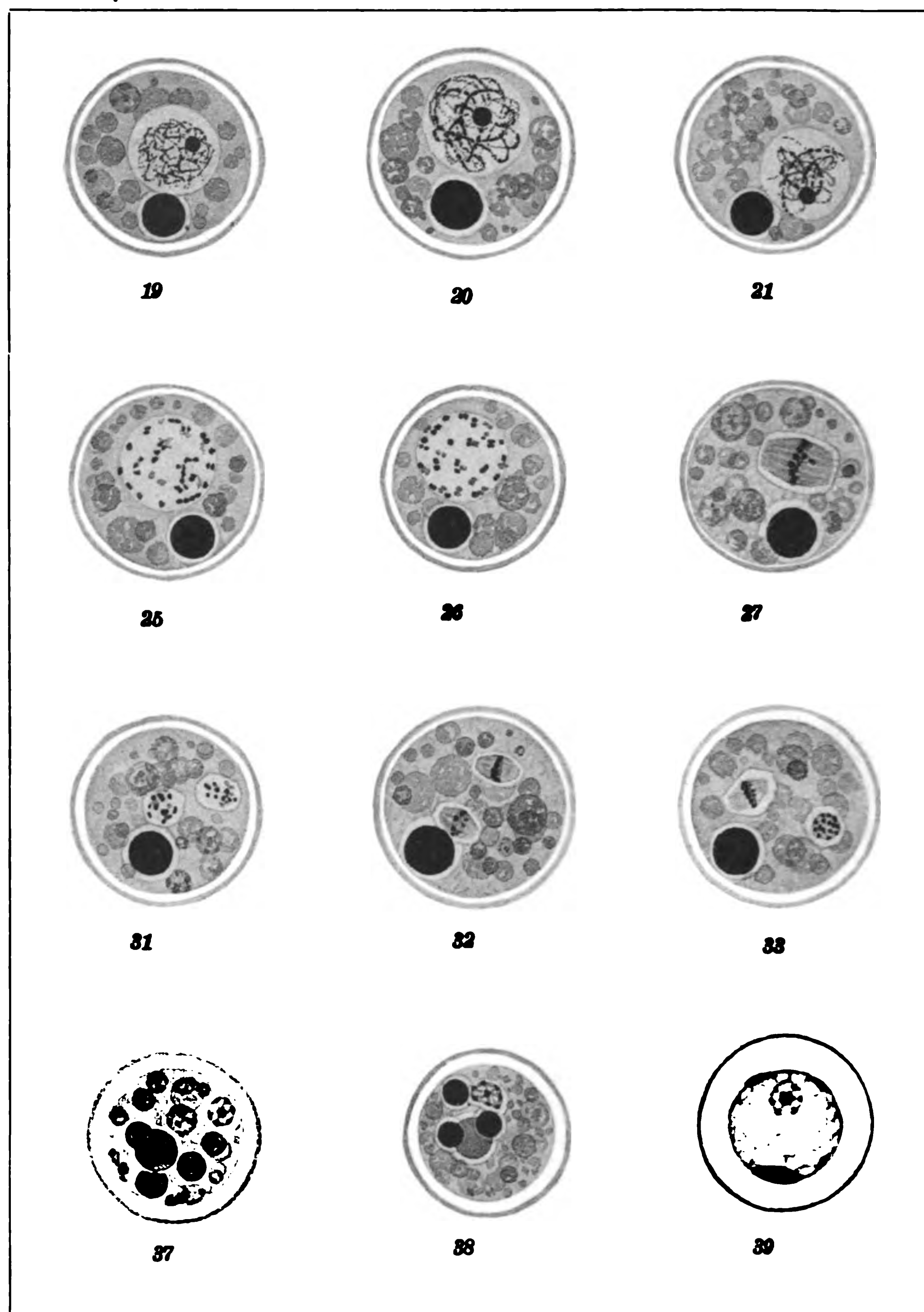
J. B. Obernetter, München, reprod.

Gustav Fischer, Jena.

Digitized by Google

Digitized by Google

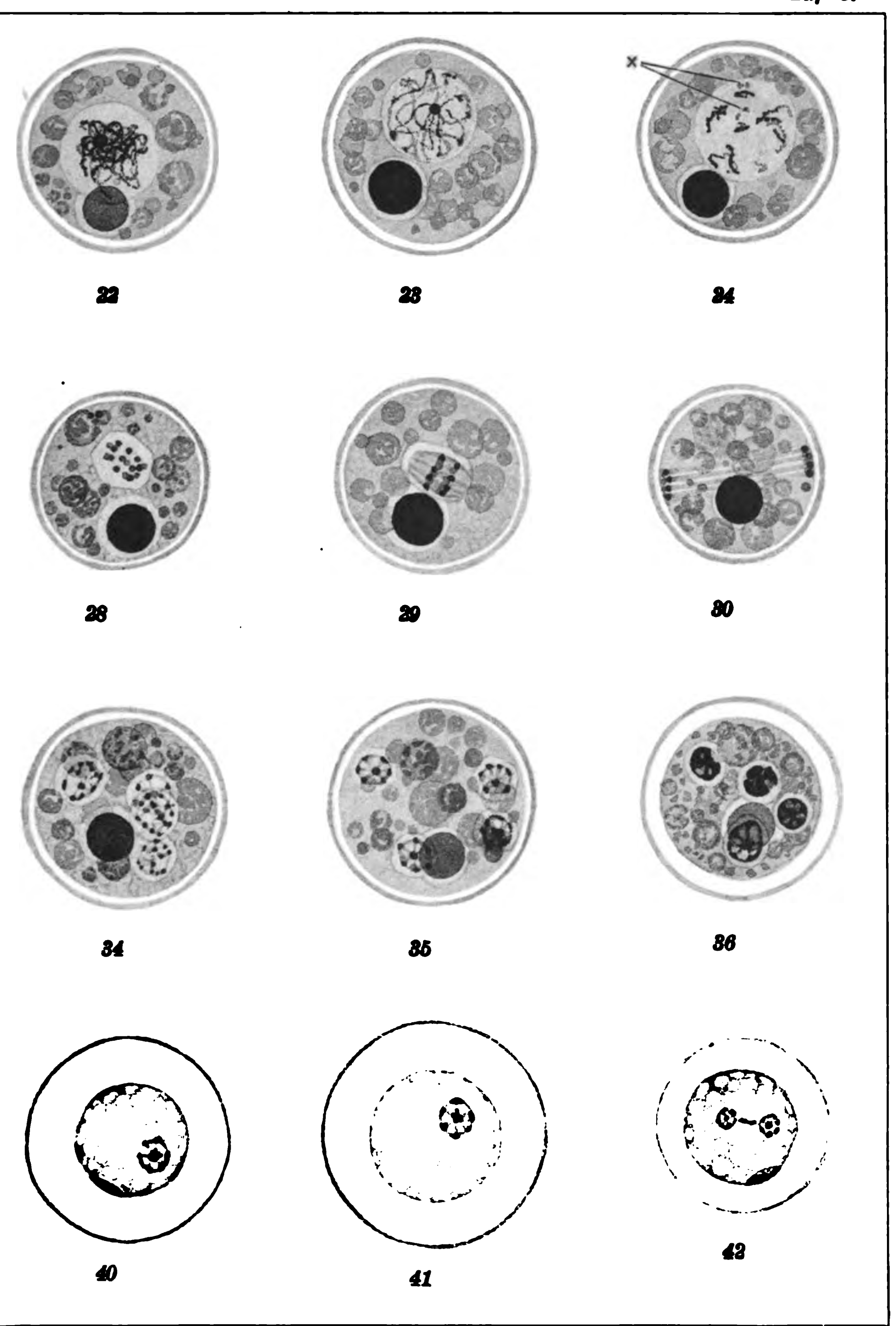
Digitized by Google



Hans Gläser gez.

Verlag von Gustav Fisch

Digitized by Google

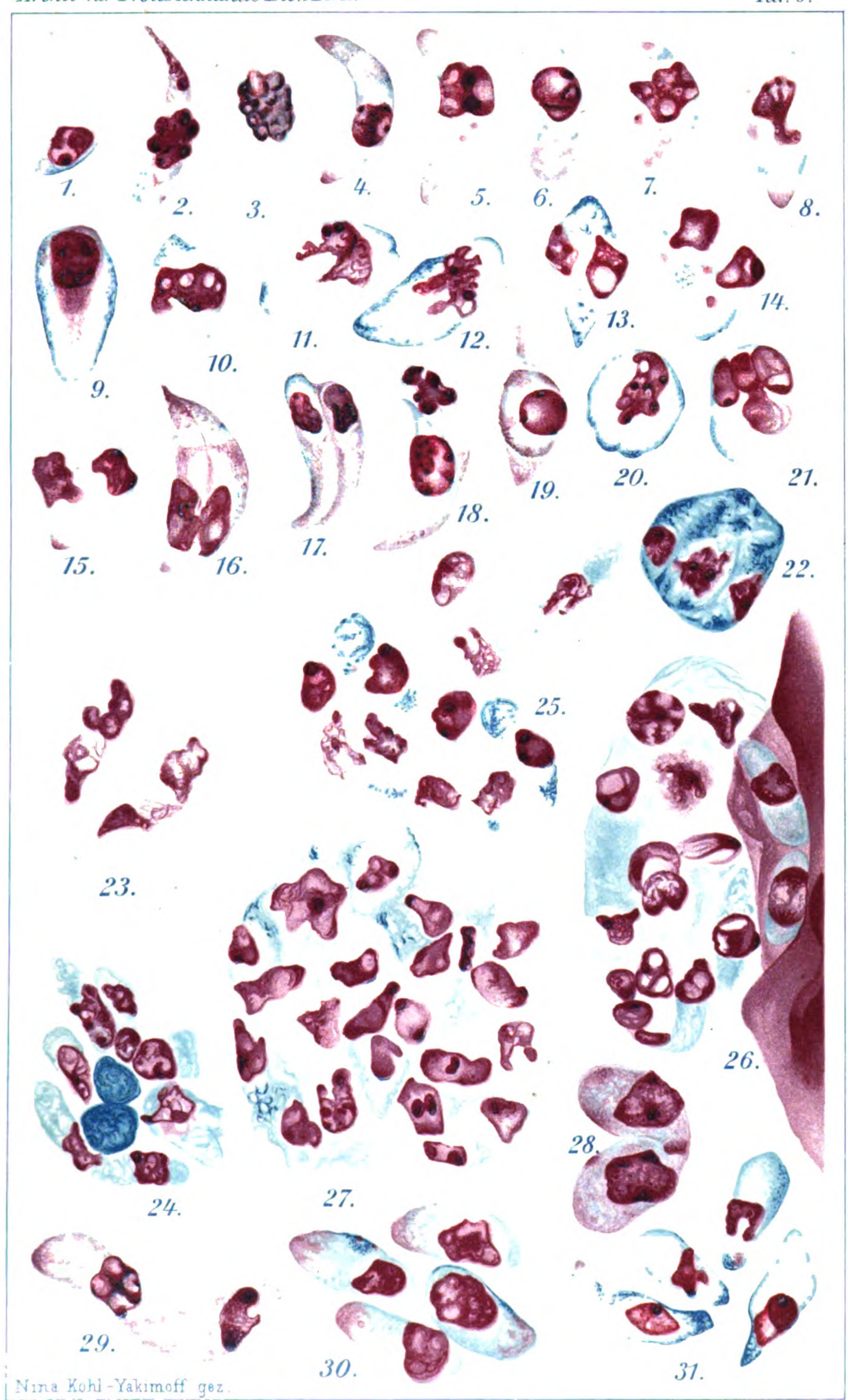


J. B. Obernetter, München, reprod.

...cher, Jena.

Digitized by Google

Digitized by Google



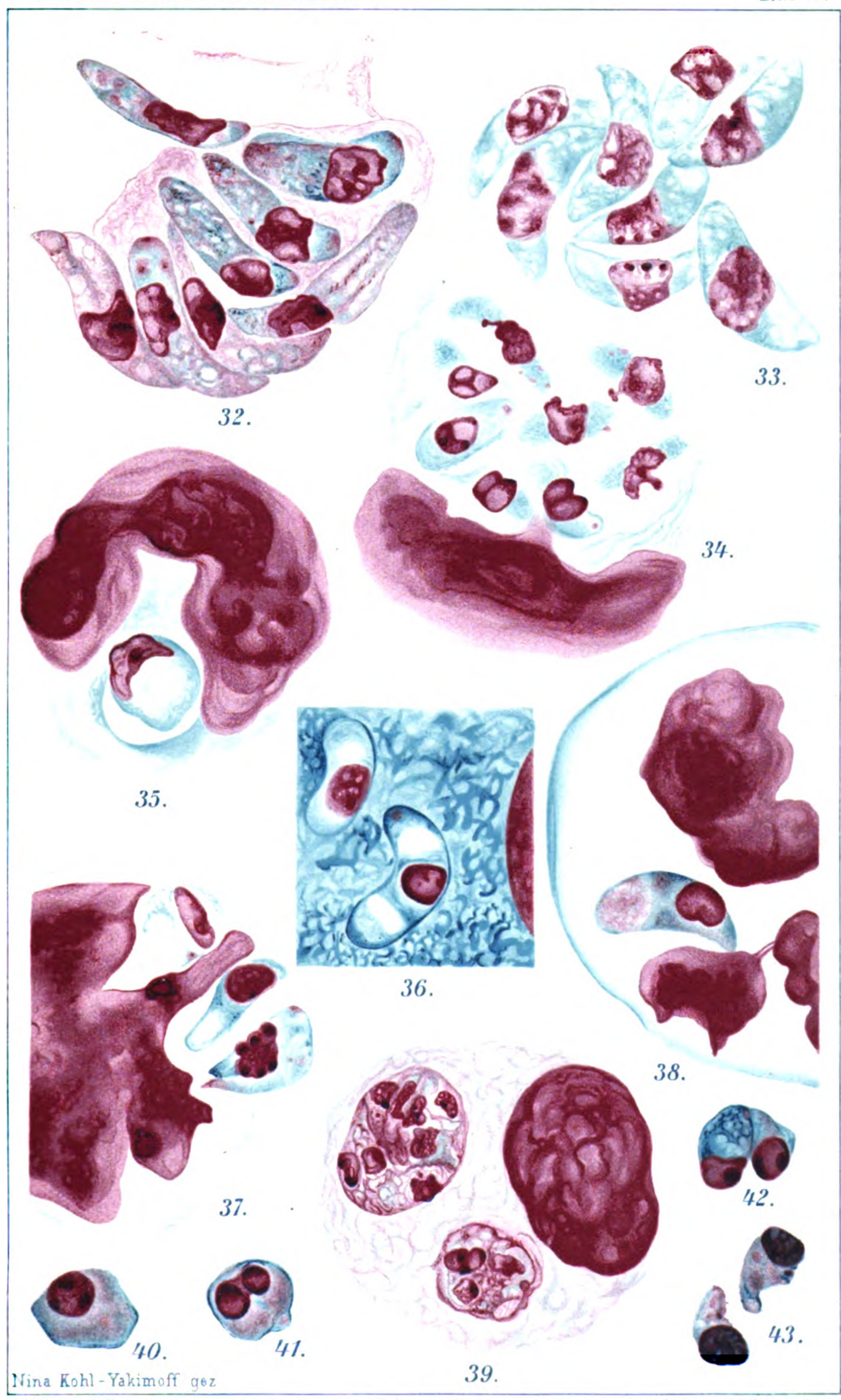
Yakimoff.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Lith. Anst. F. Weise, Jena.

Digitized by Google

Digitized by Google



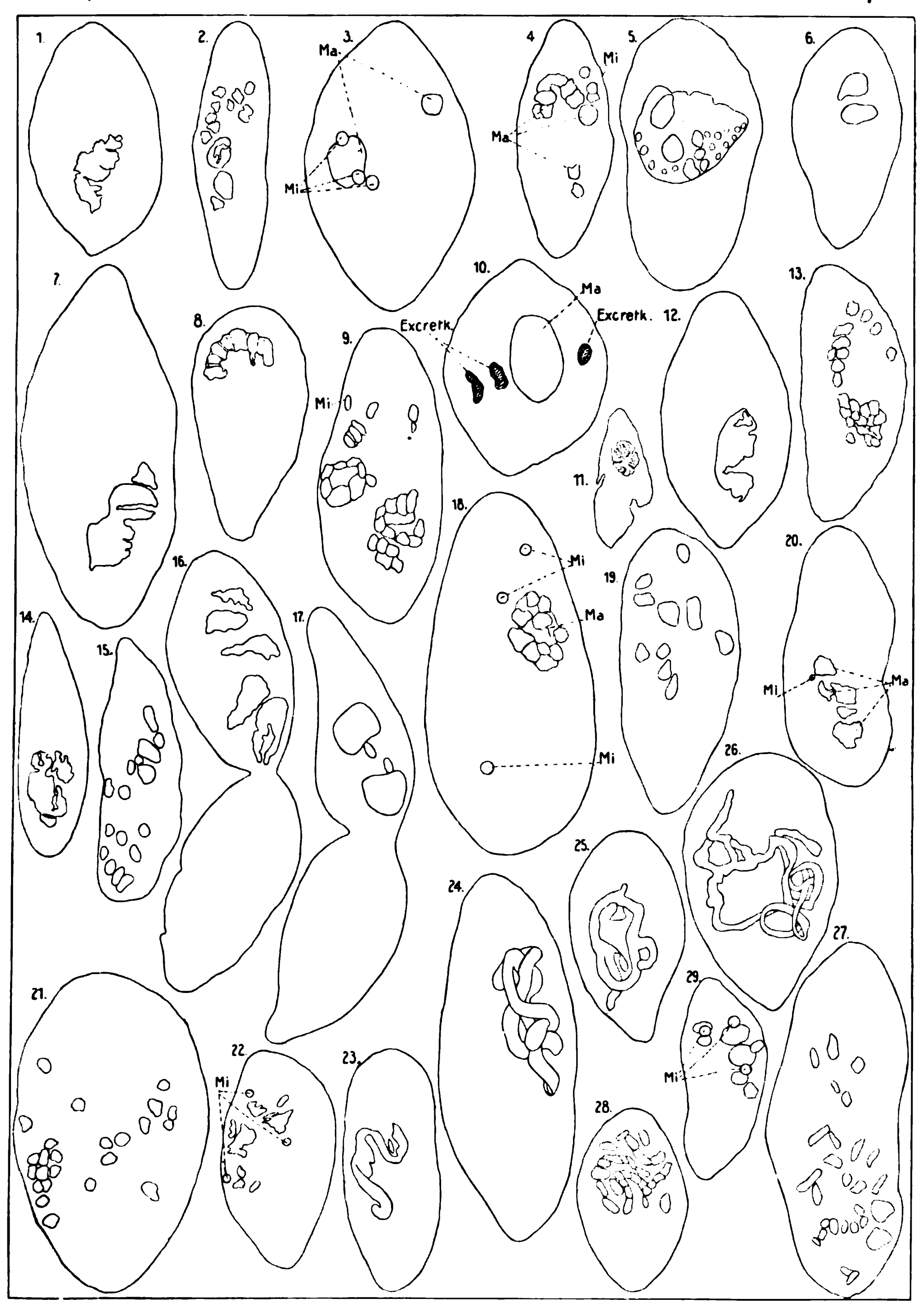
Nina Kohl-Yakimoff gez.

Yakimoff.

Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. Anst. P. Weise, Jena.

Digitized by Google

Digitized by Google



Sun. Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Digitized by Google

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Königl. Institut für Infektionskrankheiten zu Berlin.
Protozoenabteilung.)

Die Entwicklungsgeschichte von *Saccammina.*

Von
Dr. E. Hirsch.

(Hierzu Tafel 12—14.)

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

Die Theorie von der Polyenergie mancher Protozoenkerne hatte sich bei verschiedenen Gruppen der Einzeller als außerordentlich fruchtbar erwiesen, und für manches bisher dunkle Gebiet der Protistenforschung war damit Klarheit gewonnen. Eine der wich-

Digitized by Google

tigsten vom Standpunkt dieser Theorie aus angeregten Fragen war die über das Verhältnis eines polyenergiden Kernes zum Auftreten der generativen Chromidien. Zu einer Untersuchung dieses Problems erschien *Saccammina* wegen der Größe ihres Kernes sehr geeignet, da auch schon die Tafeln zu der Abhandlung von Rhumbler 1894 das Vorhandensein von Chromidien wahrscheinlich machten, was eine Arbeit von Luecke (1910) beweisen konnte. Auch sprach die Ähnlichkeit der Abbildungen mit den Befunden an einigen einkernigen Radiolarien für eine Polyenergie des Kernes, wie bei letzteren. In dieser Richtung wurde die vorliegende Arbeit in Angriff genommen, die auch gleichzeitig die Fortpflanzungsverhältnisse aufklären sollte, da in der Luecke'schen Arbeit genauere Angaben über die Cytologie und die Entwicklungsgeschichte fehlten.

Von einer Prüfung der Schalenverhältnisse und der Weichkörperzustände durfte abgesehen werden, da Rhumbler (1894) und Luecke (1910) bereits eingehendster Weise darüber berichtet hatten. Auf Grund ihrer Untersuchungen konnte die von F. E. Schulze (1878) beschriebene *Psammosphaera fusca* als Jugendstadium von *Saccammina sphaerica* mit dieser vereinigt werden. Letzere wurde von M. Sars (1868) mit einer Beschreibung in die zoologische Literatur eingeführt, und bis zum Jahre 1894 liegen nur wenige rein morphologische Arbeiten über *Saccammina* vor.

Die Anregung zu dieser Nachprüfung empfing ich von Herrn Professor Dr. M. Hartmann, dem ich auch hier meinen aufrichtigsten Dank für das vielfache Interesse und für die freundliche Unterstützung, die er mir zuteil werden ließ, aussprechen möchte.

Zu außerordentlichem Dank bin ich auch Herrn Professor Dr. Zettnow verpflichtet, der mir mit der ihm eigenen Sorgfalt die Photogramme herstellte.

Das Material und die Untersuchungsmethoden.

Das Material erhielt ich leider nur in konserviertem Zustande von Herrn Geheimrat Prof. Dr. Brandt in Kiel. Herr Dr. Luecke, der mir zum Ersatz für die noch nicht erschienenen Zeichnungen einige Präparate schickte, machte mir wertvolle Mitteilungen über die Präparationsmethoden. Eine zweite Sendung von Material wurde mir durch gütige Vermittlung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Brandt aus der Ausbeute der diesjährigen Terminfahrt von der deutschen

Digitized by Google

wissenschaftlichen Kommission für die internationale Meeresforschung durch Herrn Korvettenkapitän a. D. Dr. Glaue zugestellt. Allen Herren für ihre freundliche Mühewaltung auch an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen, ist mir eine angenehme Pflicht.

Das Material stammt aus dem südlichen Norwegen (vgl. auch die Zusammenstellung der Terminstationen bei Luecke (1910)). Es war zum Teil konserviert in Sublimat-Alkohol (2 : 1), zum Teil in Sublimat-Alkohol-Eisessig. Mit einer Nadel oder bei Massenbehandlung mit leichten Hammerschlägen auf die in einer Schicht ausgebreiteten Tiere wurden die harten Gehäuse zur Untersuchung erbrochen und soweit entfernt, bis die Weichkörper herausfielen. Zum Schneiden wurden sie über Chloroform in Paraffin eingebettet. Die Dicke der Schnitte betrug 5—7 μ. Da ich mich durch einen Vergleich von der von Luecke empfohlenen Hämalaun-Färbung nach Mayer mit einer Eisen-Hämatoxylinfärbung davon überzeugte, daß letztere weitaus klare Bilder lieferte, habe ich mich vorwiegend der letzteren Methode bedient. Zur Kontrolle wurde die Mann'sche Färbung angewandt und zur Prüfung auf Glykogen die von Lubarsch angegebene Methode benutzt. Auch wurden einige Präparate mit Hämatoxylinlösung nach Delafield (etwa 1 : 20 verdünnt) gefärbt. Die schärfsten Bilder pflegte jedoch die Heidenhain'sche Methode zu geben, die auf einigen umgefärbten Schnitten in ihren Ergebnissen durch andere Färbungen bestätigt wurde.

Sehr zu bedauern ist der gänzliche Mangel an lebendem Material, von dem man vielleicht auf Grund einer glücklichen Züchtung sichere Auskunft über die Fortpflanzungsverhältnisse der Saccamminen hätte erwarten können. In der zoologischen Station in Bergen (Norwegen) wurde mir aber gesagt, es sei nicht leicht, lebende Saccamminen, die doch in einer Tiefe von 100—400 m vorkommen, zu erhalten, geschweige denn zu züchten. Völlig ausgeschlossen sei ein Transport von lebenden Saccamminen nach Berlin, so daß ich mich zu meinem größten Leidwesen mit konserviertem Material begnügen mußte.

Historisches über Entwicklungsgeschichte von *Saccammina.*

Über die Fortpflanzungsverhältnisse der *Saccammina* spricht Rhumbler in seiner Arbeit (1894) nicht sehr eingehend. An einer

Digitized by Google

Stelle, p. 448, vertritt er bei Besprechung des Pylomtubus die Anschauung: „Man könnte daran denken, daß die jugendlichen Thiere aus den älteren Saccamminen, auf denen sie befestigt sind, etwa in Amöbenform herausgekrochen . . . seien.“ Im weiteren äußert er sich auf Grund verschiedener Wahrnehmungen dahin, „daß sie vor ihrer Ansiedelung Wanderungen — wenn auch geringfügiger Art — unternehmen können“. In dem gleichen Sinne spricht er sich auf p. 471 (Fußnote) aus: „Es scheint mir wahrscheinlich, das *Saccammina sphaerica* ebenso, wie dies von einigen Polythalamien bekannt ist, im Innern ihres Weichkörpers mehrere Sprößlinge auf einmal erzeugt.“ Etwas ausführlicher behandelt er dann dieses Thema in einem besonderen Kapitel p. 538 ff. Hier ist derselbe Gedankengang wie bisher vertreten mit Benutzung der von ihm zusammengestellten Kernstadien. Seiner Meinung nach beginnt nach der Reinigung des Weichkörpers (etwa mit seinem VIII. Kernstadium einsetzend) der Prozeß der Fortpflanzung. Die Endprodukte sind nach seinen Ausführungen amöboide Gebilde, deren Kerne dadurch entstehen sollen, daß Chromatinkörnchen, die er auf Lininfäden im IX. Kernstadium in den Weichkörper übertreten sah, „vielleicht zu gesetzmäßigen Gruppen vereinigt, den Ausgangspunkt für die neuen Kerne der Brut darstellen.“

Zu einem anderen Resultat kam Luecke (1910). Er spricht den Gedanken an einen Generationswechsel bei *Saccammina* aus und teilt die Fortpflanzungsprodukte in „Embryonen“ und „Flagellosporen“ ein. Eine genauere Darstellung ihrer Entwicklung gibt Luecke nicht; ebenso wenig weist er die Berechtigung nach, sie in der angegebenen Weise zu benennen. Da bei meiner Arbeit ebenfalls, wie bei der Luecke'schen, lebendes Material nicht zur Verfügung stand, erscheint es unberechtigt, durch die Bezeichnung „Embryonen“ und „Flagellosporen“ deren Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte der *Saccammina* in dieser Weise festzulegen. Dem Namen nach müßten die „Embryonen“ die Agameten sein, während die „Flagellosporen“ die Gameten darstellen würden. Jedenfalls stellt er einen Dimorphismus der Fortpflanzungsprodukte fest, der auch bei den vorliegenden Untersuchungen angetroffen wurde. Im folgenden seien der Einfachheit halber vorläufig die beiden Entwicklungsreihen mit A und B bezeichnet. Die Berechtigung zu der Annahme einer doppelten Entwicklungsreihe läßt sich aus zwei Gründen ableiten.

Schon bei der Betrachtung der Rhumbler'schen Abbildungen für die Kernstadien (1894, Taf. XXIII) tritt ein so scharfer Unterschied

Digitized by Google

zwischen der Konstitution der Kerne in den Stadien VII und VIII auf, daß es immerhin gewagt erscheinen muß, beide in eine und dieselbe Entwicklungsreihe hintereinander zu stellen; diese Schwierigkeit vermeidet Luecke durch Umstellung der Kernstadien und die Annahme zweier Entwicklungsreihen. Dieser Befund dürfte als einer der stärksten Gründe für die Aufstellung einer doppelten Entwicklungsreihe gelten. Ein Hinweis auf die von anderen Foraminiferen bekannt gewordene Entwicklungsgeschichte, z. B. Schaudinn 95, Lister (1896), Winter bei *Peneroplis* (1907), Rhumbler (1911) dürfte es genügend wahrscheinlich machen, daß auch bei *Saccammina* dem entsprechende Verhältnisse vorliegen.

Im folgenden sei vor der eigentlichen Darstellung der Fortpflanzung erst eine Schilderung der vegetativen Formen und Kerne gegeben.

I. Spezieller Teil.

a) Vegetative Formen:

Die große Mehrzahl der geschnittenen Saccamminen zeigte bei guter Differenzierung des Eisenhämatoxylins innerhalb der sie abschließenden Hüllschicht eine Unmenge von meist farbstoffreichen Fremdkörpern; sie erwiesen sich teils als Schlickkugeln und Fäkalballen, teils als Reste von Diatomeenpanzern und Seeigelstacheln, vielfach sind Muskelreste zu erkennen, wie Rhumbler (1911) auch für andere Foraminiferen angibt, und vieles andere.

Zwischen den einzelnen Fremdkörpern erstreckt sich, auffallend durch die Annahme des Hämatoxylins, ein ziemlich grobmaschiges Netz, das sich ohne Schwierigkeiten als Plasma deuten läßt, in dessen Waben dann die Fremdkörper liegen (Taf. 12, Fig. 1). Bei stärkeren Vergrößerungen zeigt sich dieses Plasmanetz zusammengesetzt aus dicht gelagerten tiefschwarzen Körnchen, so daß sie zunächst für Chromatinbestandteile gehalten wurden. Die Berechtigung, sie tatsächlich als solche zu deuten, wird weiter unten nachgewiesen werden, hier sei konstatiert, daß es sich um extranucleäre Chromatinmassen handelt, für die ja der Ausdruck „Chromidien“ von R. Hertwig in die Literatur eingeführt wurde. Diese Chromidien stellen bei

Digitized by Google

Saccammina die Bildungsherde für die Fortpflanzungsprodukte dar, wie im folgenden ausgeführt werden soll.

In dem eben geschilderten Weichkörper liegt ein Kern, meist nach der Peripherie verschoben, wie auch Rhumbler und Luecke übereinstimmend angeben. Selten wurde er zentral angetroffen. Er ist im allgemeinen nicht sehr groß, seine äußeren Umrisse sind häufig wechselnd, die Membran ist ziemlich derb und schlägt bisweilen eine kleine Falte. Im Innern des Kerns sind in eine wolkig trübe Grundmasse Binnenkörper eingelagert, die in jedem Kern meist annähernd gleich groß sind: selten machen sich Verschiedenheiten geltend, niemals fand ich die Rhumbler'schen „resistenten Binnenkörper“. Die vegetativen Saccaminen zeigen auch schon die von Rhumbler und Luecke beobachteten und bezüglich ihrer Bedeutung vielfach diskutierten Membrankegel. Beide erklärten sie als chromatische Substanzen, die, aus den Binnenkörpern gelöst, sich hier abgeschieden haben. Sicheres kann über ihre Natur nicht ausgesagt werden, nur will es scheinen, als seien es Membranverdickungen von achromatischer Kernsubstanz, also eine einfache Verdickung der Kernmembran, wie solche in ähnlicher Weise auch für einige große Radiolarienkerne beschrieben worden sind. Ihre schärfste Ausprägung erhalten die Membrankegel freilich erst, wenn das Individuum zur Entwicklung der A-Reihe schreitet; sie werden im weiteren Verlauf, wie weiter unten geschildert wird, wieder aufgelöst, ebenso wie die Binnenkörper, die auch einem Abbau erliegen. Ebenso verschwinden die Membrankegel bei Individuen, die zur Bildung der B-Reihe übergegangen sind.

Die Membrankegel entstehen bei vegetativen Formen aus mir unbekannten Gründen; wie weiter unten ausgeführt werden wird, sind sie auch schon vorhanden bei Individuen, die erst zur Entwicklung der B-Reihe übergehen werden. Es muß hier jedoch eine Erscheinung vorweggenommen werden, nämlich die, daß Tiere zur Beobachtung gelangten, sowohl vegetative als auch eines, das im Begriff war, sich auf die B-Entwicklung durch die dabei stattfindende Reinigung des Plasmas vorzubereiten, die keine Membrankegel besaßen. Ich würde dem allein nicht eine so große Bedeutung beigemessen haben, wenn sich nicht andere Eigentümlichkeiten hinzugesellt hätten. Bei Verarbeitung des Materials, das mir von der diesjährigen Terminfahrt überlassen worden war, fiel mir als Erstes auf, daß die Schalen weitaus spröder waren, als bei den Formen, die auch schon Herrn Dr. Luecke zur Bearbeitung vorgelegen hatten; denn wenn es gelungen war, an einer Stelle den

Digitized by Google

Widerstand der Schale zu brechen, dann entglitt mir bei etwa 75 % aller Gehäuse die Nadel und zerstörte den Weichkörper. Dieser war dann entweder grün oder weiß. Die weißen Tiere hatten sämtlich gereinigtes Plasma und standen, nach ihren Kernen zu urteilen, in der Entwicklung der B-Reihe. Ein derartiger scharfer Unterschied zwischen diesen Individuen und denen, die auf die A-Entwicklung zustrebten, war mir bei dem LUECKE'schen Material nicht aufgefallen, und eine genaue Vergleichung ergab auch noch andere morphologische Verschiedenheiten. Die Schale bestand aus größeren Steinchen, war weniger braun, als die der typischen *Saccammina sphaerica.* Auch war sie so durchsichtig, daß bereits von außen entschieden werden konnte, ob man es mit einer grünen oder weißen Form zu tun hatte.

Da bei dem Eintreffen dieser zweiten Materialsendung die Entwicklung der A-Reihe bereits feststand, hielt ich mich fast ausschließlich an die weißen Individuen, die ja für ein Stadium der B-Reihe charakteristisch waren. Gelegentlich schnitt ich zur Kontrolle grüne Tiere, ohne aber so tiefgreifende Unterschiede zu den anderen zu finden, wie bei den weißen.

Das Plasmanetz dieser Formen, auch das der grünen aus diesem Material, ist sehr viel fester ineinander gefügt als bei der typischen *Saccammina sphaerica*, die LUECKE vor sich hatte. Es war bei Tieren aus der B-Reihe absolut gereinigt, während das des LUECKE'schen Materials in dieser Hinsicht mit ihnen nicht verglichen werden konnte (vgl. Taf. 13, Fig. 1 u. 2). Auch schon die vegetativen Formen dieser abweichenden Tiere zeigten ein festes zusammengeschlossenes Plasmanetz (Taf. 13, Fig. 1). Ganz besonders aber unterschieden sich diese beiden Arten bei den Vorgängen in der Entwicklungsreihe B, wie weiter unten geschildert werden wird.

Es wäre freilich denkbar, daß die mangelhaftere Reinigung des Plasmas den Grund für seine von dem anderen abweichende Struktur darstellte. Deshalb brauchte jedoch nicht der Kern eine so differente Konstitution aufzuweisen, wie uns das bei der Darstellung der Entwicklungsreihe B begegnen wird.

Ich möchte daher den abweichenden Typ ganz von *Saccammina sphaerica* abtrennen und ihn beschreiben als *Saccammina*-ähnlich, die Schale aus größeren Steinchen zusammengesetzt, die Mündungsverhältnisse genau wie bei *Saccammina sphaerica*, von der gleichen Größe und ebenfalls kugeliger Gestalt, aber etwas hellerer Farbe; ich möchte sie damit als neue Art beschreiben und als Namen für sie in Vorschlag bringen: *Saccammina epurata.*

Digitized by Google

b) Entwicklung der A-Reihe.

Ein Schnittbild, wie es zu den vegetativen Individuen von *Saccammina* gehört, wurde oben geschildert. Mit Eintritt in die Fortpflanzungsperiode tritt an einzelnen Stellen eine Verdickung der Plasmastränge ein, die jetzt schärfer als vorher ihre Struktur erkennen lassen. Bei guter Differenzierung zeigt sich an einzelnen Stellen ein durch den umgebenden Hof scharf hervortretendes Körnchen (Taf. 12, Fig. 2, 3, 4, 5). Auf diesem Stadium, zumeist jedoch auf folgendem, werden Teilungen dieser Körnchen bemerkbar, die sie somit als individualisiert erscheinen lassen (Taf. 12, Fig. 6). Sie machen denselben Eindruck wie die von Hartmann u. Prowazek (1907) beschriebenen Centriolteilungen. Häufig sieht man die noch durch eine Fibrille verbundenen Körnchen innerhalb einer Membran liegen (Taf. 12, Fig. 6). Diese Teilungen können aber nicht etwa nur der optische Ausdruck irgendwelcher Plasmastrukturen sein; denn ein derartiger fadenähnlicher Bau ist im Plasma niemals zur Beobachtung gekommen. Es handelt sich hier, wie aus der weiteren Genese hervorgeht um die ersten sichtbaren Anlagen der Sekundärkerne, die nach ihrer morphologischen Erscheinung als Centriole angesprochen werden können. Sie sind durch einen deutlichen Hof von dem übrigen Chromidialplasma abgesetzt und teilen sich hantelförmig (Centrodesmosen). Die Frage nach der Herkunft dieser Centriole wird weiter unten zu erörtern sein. Offenbar kommt durch die Centriolteilungen eine Versorgung möglichst großer Plasmamengen mit den Kernanlagen zustande. Die Prinzipalkerne sind währenddessen gewachsen; die Membran strafft sich mit dem Moment, wo die Aufschwemmung der Chromidien erfolgt. Sie erscheint stets sehr dick und tief schwarz gefärbt. Die Membrankegel treten jetzt sehr scharf hervor und sind im allgemeinen ebenso stark gefärbt. An der Grundmasse des Kernes und den Binnenkörpern sind keine wesentlichen Veränderungen eingetreten. Die Größe des Kernes schwankt im allgemeinen sehr. Diese Stadien scheint der Kern sehr rasch zu durchlaufen, ebenso wie es nach meinen Präparaten den Anschein hat, als ginge die ganze Entwicklung der A-Reihe sehr rasch vor sich. Im Plasma kommen dabei auch Bilder zustande, die in klarer Weise die Tätigkeit und die wirkende Kraft des Centriols erkennen lassen. So zeigt z. B. eine aufgeschwemmte Chromatinscholle ganz deutlich drei kuglige Zonen, die offenbar Kernanlagen aufweisen und die durch ihren Zusammenhang der Scholle ein eigenartiges Gepräge geben

Digitized by Google

(Taf. 12, Fig. 7). Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, daß hier unter dem Eindruck dreier Kernanlagen in Form von Centriolen diese Differenzierung des Plasmas entstanden ist. Wahrscheinlich werden auf späteren Stadien diese kugligen Zonen vom übrigen Plasma abgeschnürt. Daneben kommen auch Plasmastränge vor, die im Begriff sind, sich zu teilen. Ihre Gestalt ist gestreckt (Taf. 12, Fig. 3 u. 9), ihre Masse auf die beiden etwas angeschwollenen Enden konzentriert und die mittleren Teile meist ärmer an Chromatinkörnchen. In diesen Schollen gelangen deutlich kleine Kerne zur Beobachtung, die als kleine Caryosome, mit fadenartigen Ausläufern versehen, erscheinen, die nach allen Richtungen über den sie umgebenden Hof sich ausbreiten (Taf. 12, Fig. 8). Sie sind vielleicht mit dem Hof zusammen der Ausdruck der cyclischen Veränderungen des Caryosoms. Ist die Entwicklung weiter fortgeschritten, dann zeigen sich die abgekugelten Plasmaschollen von verschiedener Größe regellos in den Weichkörper eingelagert. Die ursprünglich körnchenartigen Kernanlagen machen, soweit sie hier nicht durch die auf einen engen Raum konzentrierten Chromatinkörnchen verdeckt werden, nun ganz den Eindruck von jungen Caryosomkernen (Taf. 12, Fig. 10 u. 11).

Der Prinzipalkern läßt während dieser Vorgänge im Plasma eigentümliche Veränderungen erkennen. Er hat an Umfang sehr stark zugenommen, die Membran erscheint etwas dünner und kaum fähig, diese Größe noch zu umspannen; an einzelnen Stellen treten Längsspaltungen auf und kleine Teile splittern ab. Offenbar steht der Kern in dieser Periode unter dem Eindruck des erhöhten Stoffwechsels seines Weichkörpers und wird von ihm nicht mehr ernährt. Die Membrankegel sind verschwunden. Reste von ihnen sind vielleicht die Körnchen, die in der aufgelockerten feingekörnten, bisweilen auch etwas fädigen Grundmasse erscheinen. Die Binnenkörper sind etwas kleiner geworden und liegen in Vacuolen, was auf einen Ausbau schließen läßt. Dieser Verbrauch der Membrankegel und Binnenkörper würden für sie womöglich eine Deutung als Reservestoffe des Kernes zulassen. Manchmal treten die Binnenkörper verklumpt auf, doch scheint das nur ein vorübergehendes Stadium zu sein. Die Kernmembran zeigt auf diesen und späteren Stadien vielfach Schrumpfungen (vgl. Rhumbler (1894), Taf. XXIII).

In der Entwicklung schließt sich hier eine Scholle an, die leider nur ein einziges Mal beobachtet wurde und später durch unvorsichtiges Einstellen der Immersion zertrümmert wurde. Sie hatte ein ziemlich großes kompaktes Caryosom mit schmaler Kernsaftzone

Digitized by Google

und war nur auf der einen Seite desselben, wie die Färbung erwies, mit chromatischer Substanz beladen. Das läßt darauf schließen, daß der Kern sein großes Wachstum unter Zuhilfenahme des Chromatins aus der Plasmascholle vollzogen hat. Diese Scholle bildet einen vorzüglichen Übergang zu den spätesten Entwicklungsstadien dieser Reihe.

Es sind das Plasmamassen, die ganz oder fast gänzlich frei sind von eingelagertem Chromatin, aber einen sehr scharf ausgeprägten Kern zeigen (Taf. 12, Fig. 12—19). Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß es sich hier um die fertig ausgebildeten Fortpflanzungsprodukte der Reihe A handelt. Bei Mann'scher Färbung erschien das Plasma blau, der Kern ohne schärfere Differenzierung rot.

Das Individuum, daß mir die fertigen Produkte der A-Reihe lieferte, zeigte dabei die Kerne derselben auf so verschiedene Stadien, daß die Aufstellung einer zusammenhängenden Reihe für den Auf- und Abbau des Caryosoms mit Leichtigkeit vorgenommen werden kann. Das jüngste Stadium ist offenbar folgendes (Taf. 12, Fig. 12). In einer größeren Blase liegt ein kleines Korn, das nach der bisherigen Entwicklung das Caryosom und somit die Kernanlage darstellt. An den Rand der Blase sind verschiedene dunkler gefärbte Körnchen angelagert und das Plasma ist sternförmig zusammengezogen, wobei aus den Armen dieser Sterne noch weitere derartige Körnchen auswandern. Offenbar illustriert dieser Zustand das Wachstum des Caryosoms unter Zuhilfenahme des im Plasma verteilten Chromatins, das aus irgendeinem nicht bekannten Grunde, vielleicht unter dem Einfluß veränderter Spannung, hier nicht abgekugelt erscheint. Es folgt dann der in der vorhergehenden Beschreibung zur Überleitung benutzte Kern mit schmaler Kernsaftzone, der noch die letzten Reste des Chromatins der Scholle aufsaugt. Hieran schließt sich ein Kern mit scharf hervortretendem Caryosom und ziemlich großer, noch kompakter Kernsaftzone (Fig. 13). Ob eine darin erscheinende Fibrille eine Centrodesmose darstellt, darf ich nicht entscheiden.

Dieser Zustand entspricht dem Höhepunkt der Caryosomentwicklung in dieser Reihe. Die nächstfolgenden Stadien zeigen es bereits im Abbau. Es löst sich in einzelne Körner auf, die schließlich auch über die Grenze des ursprünglichen Caryosoms hinausgehen und in die Außenzone geraten und dort noch weiter aufgelöst werden. Schließlich bleibt von dem Caryosom nur noch ein dunkler Brocken im Zentrum einer helleren Zone erhalten, außerhalb derer der Außen-

Digitized by Google

kern sich mit den Resten des Caryosoms beladen hat (Fig. 14—17). Das letzte Stadium dieser Reihe ist ein Kern, der von dem früheren Zustand nichts mehr erkennen läßt und innerhalb seiner Membran nur noch ein ziemlich wirres Durcheinander von Brocken und Strängen zeigt (Fig. 16, 19). Von einem Centriol ist hier nichts zu sehen. Gleichzeitig aber tritt außerhalb der Membran eine von den Kernumsetzungen offenbar beeinflußte Plasmazone auf, die ganz außerordentlich an die Darstellung von Siedlecki (1905) für *Caryotropha mesnili* erinnert und wahrscheinlich hier wie dort mit dem zentrifugalen Abbau des Caryosoms in innigstem Zusammenhange steht. Spätere Stadien, die vielleicht über das Schicksal des Centriols Auskunft geben könnten, stehen mir nicht zur Verfügung.

In der *Saccammina* mit dem fertigen Stadium dieser Reihe A fand sich auch noch ein Rest des Hauptkernes, vor dem Pseudopodientrichter gelegen. Die Grundmasse ist fast verschwunden, die Binnenkörper sind klein und nicht sehr zahlreich, die Membran ist ohne Membrankegel und völlig zusammengeschrumpft. Der Kern hat hier seine Rolle offenbar ausgespielt. Er wurde freilich nie in Aktivität bei der Entwicklung dieser Reihe beobachtet und unbedingt bestritten werden muß nach meinen Erfahrungen, was Luecke (1910) behauptet, der Kern gäbe Chromatin zur „Embryonenbildung“ an das Plasma ab. Für die A-Reihe ist ein Austritt von Kernsubstanz nie zur Beobachtung gekommen, und diese Tatsache berechtigt uns zu der Annahme, es handele sich bei dem Kern der *Saccammina* auf dieser Reihe gewissermaßen nur um einen somatischen Kern, entsprechend dem Macronucleus der Infusorien, wie weiter unten ausgeführt werden wird.

Da eine größere Bedeutung bei der Fortpflanzung der *Saccammina* von Rhumbler (1894) und Luecke (1910) dem Prinzipalkern zugeschrieben wurde, sei es gestattet, an dieser Stelle ihre Ausführungen zu beleuchten. Das Hauptcharakteristikum für ihre Anschauungen, speziell über seine Beteiligung bei der „Embryonen“-Bildung, scheint darin zu liegen, daß sie vom Kern und seinen Veränderungen allein Aufklärungen über diese Frage erwarteten und dabei das Zusammenspiel von Kern und Plasma außer acht ließen. Es war daher ein vergebliches Bemühen, die Kerne in sichere Reihen zu ordnen, solange man sie allein für die Entwicklung verantwortlich machte. Rhumbler stellte nämlich eine Tafel von neun verschiedenen Kernstadien zusammen, die er nach vorgenommenen Messungen der Größe nach steigend anordnete. Doch mußte er bei Kernen des II. und VI. Stadiums ihrer Struktur

Digitized by Google

zuliebe eine Ausnahme machen. Der größte Wert scheint auf die Entwicklung der Binnenkörper gelegt zu sein, ebenso wie die Eingliederuug der Kerne in diese Reihe auch dem angepaßt ist. Das treibende Moment der Entwicklung ist die Aufnahme von Flüssigkeit in den Kern und die damit in engsten Zusammenhang gebrachte Verarbeitung der Membrankegel, die auch bei der Kernseriierung eine nicht unbeträchtliche Rolle spielt. Es sei hier bemerkt, daß es sehr schwer ist, an der Hand der Rhumbler'schen Tafel oder gar nach Größenmessungen eine Eingliederung der Kerne in diese Reihe vorzunehmen, da die Verhältnisse zu wechselnd erscheinen. Die Seriierung der Kernstadien I—VII möchte ich, wenigstens für die A-Reihe, von Rhumbler übernehmen.

Luecke kam bei seiner irrigen Anschauung über die „Embryonen" (vgl. weiter unten p. 221) und bei dem Übersehen der schon vorhandenen Chromidien auf dieser Entwicklungsreihe zu der Ansicht von Chromatinabgabe des Kernes und damit Hand in Hand gehendem Verschwinden; hier mußte er die Rhumbler'sche Reihe umgruppieren. Es folgen bei ihm die Kerne mit den Rhumbler'schen Ordnungszahlen I, II, III, dann ein von ihm neu gefundenes Stadium mit beginnender Auflösung der Membrankegel und mit Vacuolen um die Binnenkörper, weiterhin läßt er die Kerne VII, V und IV folgen; das Stadium VI hat er nicht gefunden. Unter den Präparaten, die er mir zur Verfügung stellte, ist eines, das den Kernschwund belegen soll. Doch ist das Tier so auffallend mit Fremdkörpern und Sterkomen (auch Bakterien?) beladen, daß es wahrscheinlich als pathologisch anzusprechen ist.

Die Darlegungen Luecke's über die Kernentwicklung leiden sehr unter der in seiner Reihe ohne weiteres in die Augen springenden Schwierigkeit, daß nach seiner Meinung die Membrankegel zerfallen und nachher wieder auftreten. Auch Rhumbler sah sich vor die Aufgabe gestellt, nach seinem VI., membrankegelfreien Stadium, das VII., das noch Spuren davon aufweist, wahrscheinlich zu machen. Seine Erklärung ist die von der Zerklüftung dieser Gebilde. Luecke's Vermutung, es werde durch die Entwicklung zum VII. Stadium auf eine gleichmäßige Chromatinverteilung hingewirkt, erscheint sehr gezwungen und sich im folgenden selbst zu widersprechen. Denn wenn die Chromatinsubstanz nach Auflösung der Membrankegel tatsächlich gleichmäßig verteilt wäre, dann würde sie sich doch nicht in Gestalt einer Randzone an die Membran legen. Außerdem ist nicht zu ersehen, warum die chromatische Substanz bei späterer Volumverringerung als Membrankegel ausfallen soll; denn nach

Digitized by Google

Luecke arbeitet ja die Embryonenentwicklung darauf hin, daß Chromatin aus dem Kern in das Plasma geht; es wäre danach kaum wahrscheinlich, daß, wenn auf dem V. Stadium Chromatin frei würde, es in Gestalt der Membrankegel ausfällt und wartet bis zum Stadium VI, um dann erst auszutreten.

Die von mir gefundenen Endprodukte der A-Reihe erscheinen nicht mit regelmäßiger Begrenzung, etwa kuglig oder oval oder ellipsoid. Es dürfte daher nicht ausgeschlossen sein, daß hier amöboide Fortpflanzungsprodukte vorliegen, die dann eventuell den von Rhumbler (1894) gemutmaßten gleichzusetzen wären.

Da diese A-Reihe von denselben Kernstadien begleitet war, wie die Luecke'sche „Embryonenbildung", so sei es gestattet, auf seine Embryonen näher einzugehen, da sie nicht unbeträchtlich von meinen Endstadien abweichen. Leider liegt mir ein Präparat oder eine Abbildung von Luecke selber zum Vergleich nicht vor, sondern nur seine Ausführungen (1910 p. 36) erlauben die Behauptung, daß er sich geirrt hat. Er schreibt über die „Embryonen": Sie treten auf in Gestalt „größerer verschiedengestaltiger Plasmainseln in der Pseudopodienmasse, die zahlreiche kleine stärker färbbare (Chromatin-) Körnchen enthielten und zum Teil eine deutliche Membran besaßen, von der sich mitunter das Plasma an einigen Stellen infolge der Konservierung zurückgezogen hatte". Die Plasmainseln (Taf. 12, Fig. 25), „die ich als Embryonen oder Pseudopodiosporen ansehe, unterscheiden sich von den manchmal im Pseudopodienplasma auftretenden Reizkugeln vor allem durch die Ausbildung einer Membran, dann durch die wechselnde Gestalt und schließlich durch ihr zahlreiches Auftreten, während die Reizkugeln, wie Rhumbler angibt, nie in größerer Zahl auftreten".

Gebilde, die mit diesen Beschreibungen übereinstimmen, habe ich auf meinen Präparaten anfangs auch vielfach beobachtet, später jedoch nicht mehr in den Kreis der Betrachtung gezogen, da sie sich auf Präparaten der verschiedensten Stadien zeigten, ja sogar auf dem spätesten der B-Reihe wiederfanden, sobald noch Pseudopodienplasma erhalten war. Diese von Luecke beschriebenen Kugeln scheinen nichts anderes zu sein, als zufällig mit Chromatin beladenes Plasma, das vom Pseudopodienplasma mit an die Außenwelt gerissen wurde, und dort infolge seiner anderen Spannung einer mehr oder weniger vollkommenen Abkuglung unterlag. Der Unterschied in der Färbung des Pseudopodienplasmas von dem des übrigen Weichkörpers, scheint sich nur darauf zu gründen, daß eben das Pseudo-

Digitized by Google

podienplasma chromatinfrei ist. Bei Mann'scher Färbung tritt für dieses Plasma eine fahlgraue Farbe auf, die auch Luecke bei Anwendung des Methyl-Grün-Eosin-Gemisches feststellte, während sich das übrige Weichkörperplasma rot färbt. Ebenso rot sind die in das Pseudopodienplasma eingelagerten Luecke'schen Embryonen. Eine genauere entwicklungsgeschichtliche Darstellung dieser Embryonen hat Luecke nicht gegeben, sondern sagt nur, daß eine „allmähliche Diffusion der Chromatinsubstanz aus dem Kern in den Weichkörper" stattfindet. Diese ausgetretenen Chromatinmassen sollen im Plasma verteilt werden und die „Embryonen" bilden, die dann von den Pseudopodien aus dem Weichkörper hinausbefördert werden. Über meine abweichenden Befunde betreffs Austretens von Chromatin zur Bildung von Fortpflanzungskörpern werde ich weiter unten sprechen. [1])

Darüber, wie die fertigen Fortpflanzungsprodukte nach außen kommen, konnte von dem konservierten Material keine sichere Auskunft erwartet werden. Ihre Lage am Pseudopodientrichter läßt allerdings darauf schließen, daß sie auf diesem Wege hinausbefördert werden; der Schnitt mit den fertigen Produkten der A-Reihe zeigte auch keine feste Hüllschicht, die allerdings auch zerissen sein könnte.

Der Einwand, es könnten Parasiten sein, was hier als Fortpflanzungsprodukte gedeutet wird, dürfte mit dem Hinweis auf die lückenlose Entstehungsreihe zurückgewiesen werden; auch unterscheiden sich Fremdlinge in den Saccamminen, soweit sie beobachtet wurden, durch die Umgebung mit einer cystenartigen Hülle so wesentlich, daß eine Verwechselung mit Parasiten so gut wie ausgeschlossen ist.

Über die biologische Bedeutung der A-Formen wird weiter unten gesprochen werden.

c) Entwicklung der B-Reihe.

Neben der eben betrachteten Entwicklung der A-Formen hat Luecke eine Bildung von Gameten (= „Flagellosporen") gefunden. Seine Angaben über die Geschichte dieser Reihe sind so spärlich, daß die Entwicklung hier geschildert werden muß, um so mehr, als ich auch hierin zu anderen Resultaten gelangt bin.

[1]) Nach Fertigstellung der vorliegenden Arbeit wurde ich von Herrn Dr. Luecke darüber verständigt, daß auch er nach neuen Untersuchungen seine „Embryonen" als solche nicht mehr gelten lassen kann.

Digitized by Google

Vorausgeschickt sei, daß Rhumbler (1911) die Vermutung ausspricht, bei *Saccammina* sei vielleicht eine der beiden Entwicklungsreihen unterdrückt. Fast genau 100 Seiten später berichtet er, daß es Luecke (1910) gelungen sei, auf Grund seiner Untersuchungen die von ihm aufgestellte Reihe der Kernstadien in zwei auseinanderzudeuten und die eine für die Bildung von Schwärmern in Anspruch zu nehmen, ohne daß er (Rhumbler) jedoch in irgendeiner Weise Stellung dazu nimmt, oder seine frühere Meinung dementsprechend abändert.

Eine Deutung der Entwicklungsreihe B der *Saccammina* strotzt von Schwierigkeiten und kann in keiner Weise als feststehend gelten. Luecke leitet seine „Flagellosporen"-Reihe ein mit einem Individuum und einem dazugehörigen Kern sehr beträchtlicher Größe. Die Entstehung der Individuen dieser Reihe kennzeichnet er folgendermaßen: „Das zunächst in Form feinster Partikelchen gleichmäßig im Plasma verteilte Chromatin hat wahrscheinlich beim Heranwachsen der Embryonen eine starke Vermehrung erfahren und sich allmählich zu einem einheitlichen Chromatinklumpen, dem Kern, zusammengezogen". Es ist aber Luecke nicht geglückt in seinem Material Belege für diese Ansicht zu bringen. Eine weitere Diskussion erübrigt sich auch, nachdem ja Luecke die fraglichen Gebilde jetzt nicht mehr als „Embryonen" und somit für die weitere Entwicklung von Bedeutung anspricht.

Die Größe des von ihm beschriebenen jüngsten Kernes dieser Reihe beträgt auf dem mir überwiesenen Präparat etwa 0,2952 mm. Das nächste Stadium hat schon Kerne von „0,2736 bis 0,3312 mm", die somit bereits größer sind als alle Kerne seiner Embryonenreihe. Der kleinste von mir gemessene Kern, der auch in dem jüngsten mir bekannt gewordenen Tier liegt (im vegetativen Zustand), beträgt nur 0,0623 mm; da Luecke's Embryonen höchstens die Größe von 0,010 mm haben, dürfte doch wohl die Entfernung zu weit und ein Sprung zu gewagt sein von seinen Embryonen bis zu seinem jüngsten Kern. Auch durch beständiges Wachstum wird dieses Mißverhältnis nicht gemindert, da er so völlig von allen bisherigen Kernbildern abweicht.

Eine andere Angabe, die stutzig machen muß, ist die folgende über die Reinigung des Weichkörpers von den eingelagerten Schlickmassen: „Bei der Flagellosporen-Entwicklung wird er vollständig davon gereinigt". In schroffem Gegensatz dazu stehen das Präparat, welches mir Herr Dr. Luecke überließ, und ein Präparat meiner

Digitized by Google

Sammlung, welche beide die ausgebildeten sogenannten „Flagellosporen enthalten. Die seiner Ansicht nach fertigen Stadien (Taf. 12 Fig. 22) liegen hier in Plasmaschollen, deren chromidiale Natur unverkennbar ist, die aber sehr viel stärker färbbar sind als auf allen bisherigen Stadien dieser Reihe. Ferner ist bemerkenswert ihre Struktur; denn die einzelnen Schollen liegen mehr oder weniger weit auseinander und lassen nirgends mehr Anknüpfungspunkte an den bisherigen Wabenbau erkennen, und auffallend dürfte die Tatsache sein, daß das Tier mit diesen Bildungen absolut nicht gereinigt ist, sondern Fremdkörper, Schlickmassen usw. in beträchtlicher Menge enthält. Man könnte einwenden, daß die Reinigung des Plasmas nie so vollkommen erfolgt ist und hier die Fremdkörper wegen der räumlichen Trennung der Schollen nur um so stärker hervortreten. Bei Verfolgung einer Reihe, die ich für Tiere mit gereinigtem Plasma aufstellen konnte, ließ sich in keiner Weise die Kluft, die sich zwischen dem Luecke'schen Präparat und meinem weitesten auch in der ungereinigten *Saccammina sphaerica*-Reihe immer mehr vergrößerte, überbrücken. Auch sehe ich mich genötigt zu erklären, daß ich weder die Luecke'schen Flagellosporen als die Gameten ansehen kann, noch mit Sicherheit entscheiden darf, ob die von mir gefundenen und gezeichneten Bildungen die Endstadien der Reihe B sind. Die Luecke'schen „Flagellosporen" scheinen nichts anderes zu sein als Algen oder andere aufgenommene Fremdkörper, die vom Plasma umschlossen, teilweise unverdaut, teilweise angedaut, den Eindruck von Fortpflanzungskörpern machen könnten. Ich bin in der Lage, eine Reihe von Zeichnungen von verschiedenen Stadien der Verdauung aus dem Luecke'schen Präparat für diese Ansicht ins Feld zu führen (Taf. 12 Fig. 20, 21, 23, 24). Auffallend ist freilich der Mangel eines Hauptkerns auf beiden Präparaten. Bei der Unsicherheit, die sich gerade in dieser Entwicklungsreihe durch den Mangel an lebendem Material besonders fühlbar macht, muß es wieder betont werden, daß alles, was hier vorgebracht werden kann, sei es zu den Luecke'schen Flagellosporen, sei es zur Darstellung der Entwicklung der anderen Fortpflanzungsprodukte, in keiner Weise als gesicherte Tatsache aufgefaßt werden kann, sondern nur einer gewissen großen Wahrscheinlichkeit bezüglich der Richtigkeit nicht entbehrt.

Im folgenden sei zunächst die B-Reihe von *Saccammina epurata* besprochen, da sie die Gegensätze zur A-Reihe besonders scharf zum Ausdruck bringt.

Unter den durch ihre Größe sich als jüngere Individuen cha-

Digitized by Google

rakterisierenden Saccamminen wurde niemals eine solche gefunden, die von Fremdkörpern frei gewesen wäre. Junge Kerne, die sich in ihrer Konstitution von anderen unterschieden, und als Vorläufer eines Kernes wie des jüngsten Luecke'schen gelten konnten, waren in diesen Exemplaren ebenfalls nicht vorhanden. Es schien aber nicht angängig, diese Entwicklungsreihe mit einem so weit ausgewachsenen Individuum, wie dem von Luecke als jüngstes angegebenem, beginnen zu lassen. Daher machte es der Mangel an jüngeren Stadien wahrscheinlich, daß die vegetativen Gamonten und Agamonten von *Saccammina* in dem Aussehen ihres Kernes und ihres Plasmas keine Unterschiede aufweisen. Diese Annahme ließ sich bestätigen durch ein Tier, das auf der Seite, wo der Kern liegt, gereinigtes Plasma besaß, auf der anderen dagegen ungereinigtes. Eine zufällige Zusammenlagerung zweier Teile von verschiedenen Tieren ist ausgeschlossen, da die Hüllschicht vollkommen erhalten ist.

Dieses Präparat lehrt eben, daß es nicht möglich ist, vegetative Stadien von Gamonten und Agamonten zu unterscheiden, und daß die Kerne der eventuell durch Copulation entstandenen Tiere gleich denen sein müssen, die sich aus Agameten entwickelt haben. Weiterhin aber kann dieser Schnitt zum Beweise dafür herangezogen werden, daß in der Tat zwei Entwicklungsreihen bestehen; denn daß die sich hier anschließende, wie das folgende zeigen wird, ununterbrochene Reihe von Kernstadien eine pathologische sein kann, wird durch die Lückenlosigkeit der Reihe im höchsten Grade unwahrscheinlich gemacht. Und somit erlauben sie auch die schon von Luecke vorgenommene Ausdeutung der Rhumbler'schen Kernstadien in zwei verschiedene Reihen.

Für *Saccammina epurata* fand ich nur diesen einen überleitenden Schnitt. Jedoch werden später für *Saccammina sphaerica* solche geschildert werden, die in demselben Sinne von vegetativen Formen zu Stadien der B-Reihe vermitteln. Aus der weiteren Entwicklung folgt aber auch so, daß hier prinzipiell Gleiches wie bei *Saccammina sphaerica* vorliegt, so daß sich der Vorgang etwa folgendermaßen abspielt. Ein von Luecke sogenanntes „Lininfasergerüst" entsteht im Zentrum des Kernes (Taf. 14, Fig. 2), drängt die Binnenkörper nach außen und löst sie wohl auch zum Teil auf. Im Zusammenhang damit dürfte dann auch die Reinigung der Weichkörper stehen, die hier etwas früher erfolgt, bei *Saccammina sphaerica* offenbar erst nach dem Auftreten des Liningerüsts.

Je weiter die Reinigung fortschreitet, um so enger schließen sich

Digitized by Google

die Plasmamassen zusammen, bis sie schließlich ein dichtes, großwabiges Gefüge bilden, in das nur ganz vereinzelt wenige Verunreinigungen eingelagert bleiben. Aber noch bevor die Reinigung ganz vollzogen ist, treten schon in den Wabenwänden kleine Bläschen auf, die fast ausnahmslos in der Mitte ein Korn zeigen (Taf. 13, Fig. 4), das sich durch bald auftretende Centrodesmosen als ein Centriol erweist. Hand in Hand mit diesen Vorgängen im Plasma vollzieht sich die Ausbreitung des Lininfasergerüsts über den ganzen Kern (Taf. 14, Fig. 3 u. 4). Es scheint auf manchen medianen Schnitten zerrissen und zerstört zu sein, doch zeigen es oberflächlichere Schnitte unverletzt in charakteristischer Ausbildung (Taf. 14, Fig. 5). Die Binnenkörper sind an den Rand gedrückt und verschwinden schließlich vollkommen. Die Blasen im Plasma sind gewachsen und zeigen noch immer Centriole und Centrodesmosen (Taf. 13, Fig. 5 u. 6).

Es folgt dann ein Stadium, wo die Hauptmasse der besprochenen Lininfaserzone sich offenbar etwas zusammengezogen hat. Die Membran ist dabei sehr dünn geworden und erleidet vielfach Faltungen (Taf. 13, Fig. 3). Dabei sind aber einzelne Körner, vielleicht noch nicht ganz aufgelöste Binnenkörper, an der Membran liegen geblieben, die durch ihren Widerstand bei der allgemeinen Konzentration des Kerninhalts Strömungs- und Zerrungserscheinungen hervorrufen (Taf. 13, Fig. 3). Ganz ähnliche Bilder sah auch Huth (uned) bei *Thalassicola* und konnte auch nachweisen, daß es sich hier um achromatische Spindeln handelt, die an der Kernmembran auftraten und später zu einer Sekundärkernbildung führen. Eine Ausdeutung dieser Erscheinungen bei *Saccammina* in dem Sinne halte ich für unmöglich, einerseits, weil hier niemals Spindeln irgendwelcher Art zur Beobachtung kamen und weil sich andererseits in der folgenden Entwicklung gar kein Anhalt für einen derartigen Prozeß finden läßt.

Im Plasma treten währenddessen Bläschen mit einer ziemlich scharfen Membran auf, an der Chromatinkörnchen angelagert sind (Taf. 13, Fig. 8 u. 9).

Das Liningerüst im Kern wird weiterhin immer feiner und dichter, die Kernmembran verschwimmt, bis sie schließlich verschwindet und der Kern ohne ein weiteres Unterscheidungsmerkmal in das Plasma übergeht (Taf. 13, Fig. 1). Gleichzeitig damit treten im Plasma Abkuglungen von derartig faseriger Substanz auf, die aller Wahrscheinlichkeit nach Reste des Hauptkerns darstellen und hier dem Verfall für eine gewisse Zeit entgangen sind, aber trotzdem,

Digitized by Google

wie an einigen Stellen erkennbar ist, der Auflösung anheimgegeben sind (Taf. 13, Fig. 7 und Taf. 14, Fig. 10 „K“).

Leider muß ich hier meinen Ausführungen über die Entwicklung der B-Formen ein Ziel setzen; denn ob die von mir gefundenen Plasmaabkugelungen (Taf. 13, Fig. 10) mit einem caryosomähnlichen Gebilde die Endprodukte dieser Reihe darstellen, darf ich zu entscheiden nicht wagen. Jedenfalls ist es sehr wahrscheinlich, daß ein Stadium, wo der Primärkern zur Auflösung gelangt, von der endgültigen Bildung der Fortpflanzungskörper nicht mehr fern sein kann, aber derartige noch weiter fortgeschrittene Stadien konnte ich in meinem Material nicht finden. Unter etwa 60 Individuen dieser Entwicklungsreihe fand sich nur eine mit den von Luecke als „Flagellosporen“ angegebenen Stadien, und nur eins mit völlig aufgelöstem Kern. Die anderen wechseln sämtlich zwischen den Frühesten und den Kernen, die der Auflösung näher stehen.

Die voranstehenden Schilderungen beziehen sich alle auf *Saccammina epurata*, die ja wegen der abgeänderten Kern- und Plasmaverhältnisse von *Saccammina sphaerica* abgetrennt wurde.

Schon auf den ersten Blick springt auch hier der Unterschied ins Auge. Hier sind große breite Schollen. Von einer Reinigung des Plasmas kann im Vergleich zu den anderen Formen keine Rede sein. Schlickkugeln und Sterkome liegen hier überall im Plasma und die Wabenstruktur ist fast gar nicht zum Ausdruck gebracht (Taf. 13, Fig. 2 u. 11, Taf. 14, Fig. 6 u. 7). Von Centriolen in den Schollen konnte ich nichts bemerken, was auch seinen Grund darin haben wird, daß sie hier sehr stark mit chromatischer Substanz beladen sind. Die Kerne dieser *Saccammina* zeigen, wie schon angedeutet, ähnliche Übergänge von vegetativen Formen zu dieser Reihe, wie sie oben für *Saccammina epurata* geschildert wurden. Auf oberflächlichen Schnitten hat der Kern das gewöhnliche Aussehen: eine derbe Membran mit kleinen Membrankegeln, die Binnenkörper in gleichmäßig trüber Grundstruktur. Auf medianen Schnitten prägt sich indessen das Liningerüst aus, das die Binnenkörper teils verdrängt, teils vielleicht auch aufgelöst hat (Taf. 14, Fig. 1). Es kommt wohl auch vor, daß einer in diesem Gerüst liegen bleibt und dann vielleicht durch seinen Widerstand zerreißungsähnliche Erscheinungen hervorruft. Es macht sich hier also eine zentrifugale Kraft bemerkbar, die diese Veränderungen hervorruft. Der ganze Kern bekommt dann ein wabiges Gepräge, in dessen Wänden kleine Körnchen, vielleicht Reste der Binnenkörper, verteilt sind (Taf. 13,

Digitized by Google

Fig. 2). Danach machen sich, wenn auch nur auf einem einzigen mir von Herrn Dr. Luecke zur Verfügung gestellten Präparat, so doch in der Entwicklung möglicherweise begründet, eigentümliche Bildungen geltend, die von Luecke als „sich kreuzende Chromatinnebel“ bezeichnet wurden. Ich möchte übrigens bemerken, daß ich nicht feststellen kann, ob es sich hier um chromatische oder andere Substanzen handelt, oder auch nur um Kunstprodukte der Alkoholkonservierung. Diese „sich kreuzenden Chromatinnebel“ ziehen sich, wie Luecke weiter beschreibt, mehr und mehr an die Peripherie zurück, und es liegt ein Kern vor, an dem einwandfrei der Austritt von Kernsubstanz in das Plasma nachgewiesen werden kann (Taf. 13, Fig. 2). Der Kern scheint hier in eine Wolke dieser Substanz eingehüllt und an ihrem Rande differenziert sie sich zu tropfenartigen Ausläufern. Was aus dem Kern austritt, kann ich nicht entscheiden. Chromatisches Material ist auch vorher schon in den Schollen vorhanden. Nach diesem Vorgang nehmen dann die Kerne das Aussehen der eben beschriebenen, der B-Reihe von *Saccammina epurata* an. Es bildet sich das feinfädige Grundgerüst, das anfangs über den ganzen Kern gleichmäßig verteilt, sich von der Membran etwas zurückgezogen hat (Taf. 14, Fig. 6 u. 7).

Eine höchst eigentümliche Struktur tritt dann im Plasma auf. Es teilt sich ähnlich wie bei der A-Reihe in einzelne Schollen ab, jedoch nehmen diese keine regelmäßige, kuglige Gestalt an und scheinen auch in ihrer Konsistenz nicht so fest zu sein wie jene (Taf. 14, Fig. 6, Taf. 13, Fig. 11). In ihnen aber erscheinen dunkler gefärbte Gebilde von unregelmäßiger Gestalt, meist länglich oval, über deren Schicksal mir kein Schnitt mehr sichere Auskunft geben konnte (Taf. 13, Fig. 12). Es wäre denkbar, daß diese Gebilde die Endprodukte dieser Entwicklung darstellen, jedoch darf wegen der Unsicherheit in dieser Hinsicht nichts weiter darüber ausgesagt werden, was mehr als eine Vermutung über ihre Natur wäre und somit nur spekulativen Wert hätte.

Wenn es auch für die Endstadien dieser zwei Reihen von B-Kernen nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte, so ist es doch ersichtlich, daß hier zwei verschiedene im Entwicklungsprinzip ähnliche Prozesse vorliegen. Ich darf daher als stärksten Grund für die oben vorgenommene Abtrennung der *Saccammina epurata* von *Saccammina sphaerica* den abweichenden Befund von den für die B-Reihe geschilderten Entwicklungsvorgängen bei der erstbesprochenen Form angeben. Dieser Typ wurde, wie gesagt, deswegen im vorliegenden Kapitel an erster Stelle besprochen, weil er in seinen Er-

Digitized by Google

scheinungsformen schärfer von der A-Reihe abgesetzt ist als der andere.

Es könnte hier aber auch die Vermutung ausgedrückt werden, es handelte sich um einen Fortpflanzungsvorgang ähnlich wie die von SCHAUDINN (1894) für *Calcituba* beschriebene Plasmodienbildung oder um einen Fall von Plasmodiosphärenbildung, die RHUMBLER (1911) beschrieben hat. Für erstere gibt SCHAUDINN Zerfall des Plasmas und des Kerns durch Multipelteilung an, was aber hier nicht zutrifft; für letztere jedoch sind die von RHUMBLER angeführten Tatsachen so ungeklärt und die Kerngeschichte so völlig unbekannt, daß mit einer derartigen dritten Fortpflanzungsreihe noch nicht zu rechnen ist, zumal auch gerade bei der Plasmidiosphärenbildung der Verdacht einer pathologischen Entwicklung nicht von der Hand zu weisen ist. Dazu käme noch die schon angeführte Abweichung in morphologischer Hinsicht (Schalenstruktur), so daß also dieser Einwand wohl nicht aufrecht erhalten werden kann.

d) Plasmogamie und Degeneration.

Im folgenden sollen kurz zwei Erscheinungen im Leben der *Saccammina* beschrieben werden, die so völlig aus dem Rahmen des Bisherigen herausfallen, daß sie wohl als anormal genügend gekennzeichnet sind. Sie stellen sich dar als eventuelle Plasmogamien und als Degenerationen.

Für Plasmogamien bietet meine Präparatensammlung vielleicht zwei Fälle. Im ersten erscheinen auf oberflächlichen Schnitten 4 verschiedene mehr als halbkuglige Teilstücke, die zu einem Tier, von einer gemeinsamen Hüllschicht umgeben, verschmolzen sind. Einen Kern fand ich nicht. — Eine zweite derartige Erscheinung bildet ein Präparat, auf dem 3—4 Tiere zusammengeschmolzen waren. Der Kern liegt in einer eigentümlichen, ganz außergewöhnlich dicken Membran und weist einen dem B-Kern nicht unähnlichen Typ auf. Das Plasma ist so abgeteilt wie bei den B-Formen von *Saccammina sphaerica* und ebenso anscheinend überall mit Sekundärkernen beladen. Da der Einwand, dieses Individuum sei keine *Saccammina*, nicht mit stichhaltigen Gründen zu widerlegen ist, sei auf eine weitere Betrachtung verzichtet; es sollte hier nur festgestellt werden, daß gelegentlich vielleicht Plasmogamien-ähnliche Verhältnisse vorzukommen scheinen.

Eine andere Erscheinung sind offenbare Degenerationen. Auch hierfür liegen mir mehrere Präparate vor. Der Kern ist dabei stets völlig aufgelöst, man sieht nur noch die chromatische Masse im

Digitized by Google

Plasma; daneben treten dann Abkuglungen auf, die einen ähnlichen Eindruck wie die Luecke'schen „Flagellosporen“ machen und anfangs fälschlicherweise auch dafür gehalten wurden. Aber die Auflösung des Kernes, der Zustand des Plasmas usw. alles erweckt so stark den Verdacht eines krankhaften Zustandes, daß es keinen Wert hat, dieser Erscheinung weiter nachzugehen.

II. Allgemeiner Teil.

a) Kern und Fortpflanzung.

Im folgenden sei versucht, eine Darstellung der Kernentwicklung für *Saccammina* zu geben. Als die jüngsten bekannten Kerne können die der Endprodukte der A-Reihe gelten (Taf. 12 Fig. 13). Es scheint unzweifelhaft, daß sie, wie auch aus meinen Beschreibungen hervorgeht, monoenergide Caryosomkerne darstellen. Es ist dann gezeigt worden, wie sie durch Abbau wieder aufgelockert wurden und in ihrem spätesten Stadium einen Kern darstellen, der etwa einem „massigen Kern“ entspricht. Über den Verbleib des Centriols kann nichts ausgesagt werden. Die Kerne entsprachen dabei etwa den aufgelösten Caryosomen, wie Hartmann (1910) für *Entamoeba testudinis* angab, und wie sie auch von Infusorien beschrieben wurden. Leider fehlen, da mir kein lebendes Material zur Verfügung stand, die Übergänge zu dem nächsten von mir gefundenen Stadium. In der Entwicklung klafft hier eine gewaltige Lücke, die sich durch mein Material nicht überbrücken ließ. Denn die Kerne, die mit einem Durchmesser von nur 0,0623 mm zu den kleinsten und somit wohl auch jüngsten bisher von *Saccammina* bekannt gewordenen gehören, zeigen schon den charakteristischen Verteilungszustand der Binnenkörper und würden, abgesehen von ihrer geringen Größe und dem Mangel von Membrankegeln, dem Stadium III nach Rhumbler entsprechen. Von dem Caryosom oder Centriol oder Außenkern ist hier nichts mehr zu sehen. Auf welche Art dieser große sonderbare Saccamminakern aus dem verhältnismäßig einfachen der Endprodukte der A-Reihe entsteht, vermag ich nicht zu erklären. Es ist dabei zu beachten, daß die jüngsten Saccamminen schon große polyenergide Zellen darstellen, die außer dem

Digitized by Google

wahrscheinlich polyenergiden Primärkern schon viele Sekundärkernanlagen im Plasma enthalten. Gerade der cytologisch interessanteste Abschnitt in der Entwicklung der *Saccammina* ist somit noch unbekannt. Wir sind daher bei der Deutung und bei dem Versuch, uns ein Bild von den Vorgängen zu machen, auf den Vergleich mit anderen Formen angewiesen.

Vor allem drängt uns der Vergleich mit einigen Radiolarien zu der Auffassung, daß auch hier der Kern frühzeitig durch intranucleäre Caryosomteilungen polyenergid wird. Auf einem Stadium, das mir nicht zur Verfügung steht, muß sich dann ein Teil der Sekundärkerne aus dem ursprünglich polyenergiden Kern gelöst haben und in das Plasma gegangen sein. Dort wurden sie bis auf ihr Centriol abgebaut, und die verschwommenen Abbauprodukte dürften das sein, was uns als „Chromidien" wieder begegnet, die aber immer durch die darin enthaltenen Kernanlagen individualisiert bleiben.

Der Prinzipalkern der *Saccammina* enthält dann nur noch die somatischen Sekundärkerne. Man könnte ihn nach der Definition von HARTMANN (1909) als einen polyenergiden somatischen Kern ansprechen, da nach HARTMANN (1909) der Ausdruck polyenergid nicht physiologisch, sondern entwicklungsgeschichtlich zu fassen ist. Derartige Verhältnisse finden sich auch bei Trichonymphiden (HARTMANN 1910), wo der zurückbleibende Rest des ursprünglichen Kernes ebenfalls somatisch polyenergid ist, nachdem die generativen Sekundärkerne unter Chromidienbildung in das Plasma übergetreten sind. Hieran schließen sich gut die Befunde von HUTH (1911) an, der das Auswandern der Sekundärkerne aus dem Primärkern und ihre Auflösung in scheinbare Chromidien vor dem Eintritt in die Fortpflanzungsperiode beobachtet hat. Es zeigen sich dann im Plasma ganz ähnliche bläschenförmige Gebilde mit Centriolen (?), wie bei *Saccammina.*

In der Entwicklung wachsen offenbar die Saccamminen mächtig heran infolge Nahrungsaufnahme. Alle diese Kernstadien zeigen stets das gleiche Bild: eine derbe Membran, die Binnenkörper ziemlich gleichmäßig verteilt und eingebettet in einer fast strukturlosen wolkigen Grundmasse (Taf. 12, Fig. 1). Zugleich mit der Aufschwemmung der Chromidien beginnt ein unverhältnismäßig starkes Kernwachstum bis zu einem Stadium, das zwischen den RHUMBLER-schen Kernen V und VII, auf dem die Membrankegel vorhanden sind, aber noch nicht in scharf hervortretender Weise (Taf. 14, Fig. 1). Auf diesem Stadium oder manchmal etwas früher zeigt sich das erste Unterscheidungsmerkmal zwischen Tieren, die der A- oder der

Digitized by Google

B-Entwicklung zustreben, in Gestalt der oben beschriebenen Lininfaserzone.

Das Schicksal der A-Kerne geht nun seinen Weg. Der Kern gerät in Verfall, wobei er anscheinend die Membrankegel und die Binnenkörper als Nahrungsstoffe verbraucht. Doch bleibt er, wenn auch nur als ein Rest, bis zum Schluß erhalten.

Beï Eingliederung von Präparaten in die Luecke'sche Reihe der „Flagellosporen" war stets der gereinigte Weichkörper maßgebend. Es fiel dabei auf, daß die Kerne unter einer bestimmten Größe fehlten. Da fand sich aber jenes Tier, das auf der einen Seite, die den Kern enthielt, gereinigtes Plasma mit dem dafür charakteristischen Wabenbau und auf der anderen Seite ungereinigtes Plasma zeigte. Der Kern lag in dem feinwabigen Plasma, wie es oben für die abgetrennte *Saccammina epurata* beschrieben worden ist. Er zeigte die Binnenkörper in kleinen Vacuolen, eine etwas gekörnt erscheinende Grundmasse und eine ziemlich derbe Membran ohne Membrankegel. Er ist imstande zu beweisen, daß Übergänge von dem Kern der vegetativen Tiere bestehen zu dem der generativen, aber er konnte noch immer nicht die Entstehung der B-Kerne, die von den A-Kernen so wesentlich abweichen, erklären. Hierfür konnten andere Kerne herangezogen werden, die in ungereinigtem Plasma liegend, auf Schnitten näher ihrer Oberfläche noch den bekannten Bau der A-Kerne mit Membrankegeln und Binnenkörpern in der gleichmäßigen trüben Grundmasse zeigten, auf Medianschnitten aber je eine kreisrunde Zone aufwiesen, die von dem typischen faserigen Gerüst, das Luecke und Rhumbler für Lininsubstanz erklären, der späteren Kerne erfüllt war (Taf. 14, Fig. 1). Diese Kerne paßten vorzüglich zu anderen, bei denen der Weichkörper schon so gut wie ganz gereinigt war und etwa dem Rhumbler-schen VIII. Kernstadium entsprachen. Ob die spätere Aufblähung des Kernes auch der Wirkung der die Grundmasse klärenden Kraft zugerechnet werden muß, oder ob sie nur infolge von Wasseraufnahme zustande kommt, wage ich nicht zu entscheiden. Ebensowenig kann darüber geurteilt werden, ob und in welcher Weise das Auftreten dieser Kräfte und die Reinigung der Weichkörper miteinander kausal verknüpft sind. Bei der Aufblähung wird jedenfalls die Membran straffer und erscheint dünner, schließlich tritt die Auflösung des Kerns ein (Taf. 13, Fig. 1).

Luecke vermutete, daß hiermit generatives Material aus dem Kern in das Plasma übergeht und nun den Anstoß zu einer Entwicklung gibt. Ich konnte das nicht bestätigen; denn Chromidien

Digitized by Google

mit Centriolen treten nicht erst danach im Plasma neu auf, sondern sind, wie oben gezeigt wurde, schon vorher vorhanden. Es scheint also auch hier schon sehr früh in den noch nicht zur Beobachtung gelangten jugendlichen vegetativen Formen die Scheidung in die generativen extranucleären und die somatischen intranucleären Kerne erfolgt zu sein.

Schwieriger liegen die Verhältnisse bei den anderen Kernen der B-Reihe, bei denen, die sicher zu *Saccammina sphaerica* gehören. Darüber, wie die „sich kreuzenden Chromatinnebel“ entstehen, kann ich nichts angeben, ebensowenig, was es für eine Substanz ist, noch was sie für eine Bedeutung für das Leben der Kerne und des Individuums haben, dem sie zugehören. Merkwürdig ist nur der Austritt von Kernsubstanz in das Plasma, an dem sie wohl nicht ganz unbeteiligt sind (Taf. 13, Fig. 2). Ihr allmähliches Zurückgehen in die Randzone des Kerns und ihr darauf folgendes völliges Verschwinden fordert auch gerade zu der Vermutung einer derartigen Teilnahme heraus. Es sei gestattet, hier der Meinung Raum zu geben, daß es sich um Reservestoffe handelt, wie im Kapitel über Chromidien gezeigt werden wird. Jedoch kann wegen der Unsicherheit der Verhältnisse nichts Näheres und Bestimmteres angegeben werden. Es scheint wenig wahrscheinlich, wollte man annehmen, hier sei die generative Komponente des Kerns nicht abgeteilt, sondern im Kern verblieben. Es müßte sich sonst doch ein Unterschied zwischen diesen Kernen und denen der A-Reihe auf früheren Stadien nachweisen lassen.

Ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen den Kernen der A-Reihe und der B-Reihe scheint mir aber darin zu bestehen, daß offenbar der Kern der B-Reihe bei der Reinigung des Plasmas direkt beteiligt ist, wenn wir auch in dieser Reihe dem Kern eine Omnipotenz absprechen müssen, da er ja nicht mehr befähigt scheint, die Entwicklung zu leiten, sondern nur noch als somatischer Rest funktioniert. Bei der A-Reihe kann man von irgendeinem Prävalieren des Kerns nicht reden.

Es muß hier noch auf eine Erscheinung eingegangen werden, die als Einwand gegen oben gezogene Schlüsse erhoben werden könnte. Bei Betrachtung der als Übergangsstadien angegebenen Kerne zeigt sich nämlich, daß der eine keine Membrankegel hat und trotz des gereinigten Plasmas, in dem er liegt, noch nichts von einem Vorhandensein jener Lininfaserzone erkennen läßt, während die anderen, die jene Zone in Medianschnitten zeigen, von ungereinigtem Plasma umgeben sind aber noch mit Membrankegeln

Digitized by Google

versehen sind (Taf. 14, Fig. 1). Es wurde schon erwähnt, daß die Plasmastruktur auf die Zugehörigkeit des ersterwähnten Kerns zu *Saccammina epurata* hindeutet, und ferner wurde die Tatsache angeführt, daß bei dieser Form nie ein Austritt von Kernsubstanz in das Plasma beobachtet wurde. Man könnte dabei auf den Gedanken kommen, daß die Membrankegel, die ich als Reservestoffablagerungen deutete, dementsprechend bei den A-Formen, wo der Kern anscheinend während der Fortpflanzungsperiode nicht ernährt wird, aufgelöst und im Kern verbraucht werden. Bei den B Formen von *Saccammina sphaerica* werden sie dann vielleicht in der Zone der an den Rand gedrückten Binnenkörper gelöst und mit der austretenden Kernsubstanz an das Plasma abgegeben. Bei *Saccammina epurata* ist vielleicht dieser Reservestoff entweder gelöst im Kern enthalten oder aber er ist auf einem noch etwas früheren Stadium schon aus dem Kern herausgeschafft und hat vielleicht so zu der Reinigung des Weichkörpers beigetragen. Daher scheint diese Form auch nie Membrankegel auszubilden.

b) Die Chromidien.

Es scheint außer Zweifel zu sein, daß die Entstehungsherde für Fortpflanzungskörper bei *Saccammina* Chromidien darstellen oder, wie Goldschmidt sie nannte, „Sporetien". Dieser Ansicht steht Rhumbler (1911) durchaus ablehnend gegenüber. Er hat in seiner Arbeit 1894 kein Wort von derartigen Strukturen gesprochen, aber die Tafeln, die er seiner Abhandlung beigefügt hat, zeigen sie ziemlich deutlich, und Dobell (1909) hat sie auch erkannt. Er sagt darüber: „Rhumbler (1894) probably observed chromidia in *Saccammina*, but was likewise unable to unterpret their meaning." In der letzten Arbeit 1911 sagt Rhumbler: „Die von mir ... sehr eingehend untersuchte und ganz neuerdings von Luecke (1910) nachgeprüfte *Saccammina* zeigt die Hauptzeit ihres Lebens hindurch einen einzigen mehr oder weniger großen bis sehr stattlichen Kern ohne Chromidien." Dazu bemerkt er in einer Fußnote, er habe bereits in vorchromidialer Zeit 1895 und 1896 Strukturen gefunden, die er „zu den Kernsubstanzen in naher Beziehung stehend vermutet habe", so daß er also derartige „Strukturen zu finden wußte, wenn sie vorhanden waren".

In diesen Sätzen ist gleichzeitig eine Wiedergabe der Luecke-schen Befunde enthalten, die dahin korrigiert werden muß, daß dieser für die Flagellosporenreihe ausdrücklich Chromidien erwähnt.

Digitized by Google

Seine Ansicht ist die, daß bei der Embryonenbildung generatives und vegetatives Chromatin im Kern vereinigt bleibt und erst mit dem Austritt des generativen Materials aus dem sich auflösenden Kern die Entstehung der Fortpflanzungskörper beginnt. In der Flagellosporenreihe treten bei ihm im Kern die stärker färbbaren Chromatinnebel auf, die sich schließlich ganz aus dem Kern zurückziehen und im Plasma Chromidien bilden.

In seiner Arbeit 1911 faßt Rhumbler das Ergebnis der bisherigen Foraminiferenforschung in bezug auf die Chromidien dahin zusammen, daß er sagt, in macrosphärischen Individuen (= Gamonten) findet sich ein Prinzipalkern mit extranucleären Chromatinmassen, also Chromidien. Bei den microsphärischen sind nur einzelne kleinere Kerne vorhanden ohne Chromidien, so wie Schaudinn (1903) es für *Polystomella crispa* und Winter (1907) für *Peneroplis pertusus* angegeben haben. Diese Angaben weichen von den Tatsachen bei *Saccammina* in auffallender Weise ab. Man sollte danach hier auf einer der beiden Reihen entweder mehrere kleine Kerne erwarten und findet aber stets einen Hauptkern, oder man sollte keine Chromidien sehen, und sie zeigen sich in typischster Form. Alle Farbreaktionen, die für die merkwürdig gestalteten Plasmamassen bei vorliegender Arbeit gemacht wurden, erwiesen immer wieder ihre chromidiale Natur. Bei Mann'scher Färbung wurden sie rot, bei Lubarsch-Methode rosa, bei Delafield-Hämatoxylin blauschwarz, bei Heidenhain-Färbung trat Schwärzung ein, die sich bei Anwendung stärkster Systeme auflöste in lauter Körnchen und Brocken.

Wie die Chromidien bei den A-Formen entstehen, kann ich nicht angeben. Die jüngsten vegetativen Formen fehlen. Im oberen Abschnitt habe ich dargelegt, wie sich die fertigen Endstadien der A-Formen aus diesen Chromidien bilden, nämlich durch Ansammlung von Chromatin aus dem Plasma um Centriole, also aus bereits vorher in den Chromidien vorhandenen individualisierten Kernanlagen. Dafür spricht auch die Möglichkeit, die Centriole schon auf ziemlich frühen Stadien nachzuweisen, ferner auch die gleichen Erscheinungen bei einzelnen Colliden (*Thalassicola* nach Huth (1911)) und die Vorgänge bei Trichonymphiden Hartmann (1910).

Bei der Agametenbildung von *Peneroplis* hat Winter (1907) Chromidien beschrieben. Ihre Entstehung geschieht in der Weise, daß durch multiple Teilung kleinere Sekundärkerne mit chromatischen Brocken zustande kommen. Schließlich zerfallen sie im Plasma in diese Brocken, die dann von Winter „Chromidien“ genannt werden. Nach der Beschreibung und Abbildung von Winter treten sie als

Digitized by Google

kleine voneinander getrennte Brocken auf, so daß sie wohl in Wirklichkeit einzelne distinkte Kerne darstellen dürften.

Ein Unterschied zwischen der Chromidienbildung bei *Peneroplis* und der bei *Saccammina* scheint darin zu beruhen, daß dort die Chromidien durch aufeinanderfolgende multiple Kernteilungen entstehen, also eigentlich zerstreute Kerne darstellen, während hier durch den frühzeitigen, wahrscheinlich gleichzeitigen, Austritt der Kernanlagen ein abweichendes Bild zustande kommt. Durch ihren fast vollständigen Abbau erklärt sich wohl auch ihre bei *Saccammina* abgeänderte Erscheinungsform.

Es finden sich also zwar bei *Saccammina* während der Bildung der Fortpflanzungsprodukte der A-Reihe Chromidien, d. h. mit chromatischer Substanz beladene Plasmapartien, doch kann über ihre Entstehung nichts Sicheres ausgesagt werden, sondern nur so viel, daß sie, noch bevor man eigentliche Kerne nachweisen kann, bereits durch eingelagerte Centriole individualisiert und zu einer Einzelentwicklung befähigt sind.

Weniger klar ist die Bedeutung der Chromidien bei der B-Reihe und ihr Anteil an der Bildung deren Endprodukte. Es scheint außer Frage zu stehen, daß auch in dieser Entwicklungsreihe echte Chromidien vorkommen, da sie ja schon auf den nicht unterschiedlichen vegetativen Stadien nachgewiesen wurden. Nach der Reinigung des Weichkörperplasmas von den eingelagerten Fremdkörpern und Schlickmassen schließt sich, wie oben bereits erörtert, das Plasma zu einem einheitlichen ziemlich groß- und breitmaschigen Wabenwerk zusammen. Ob dabei auch chromatisches Material aus dem Plasma entfernt wird, ist nicht mit Sicherheit festzustellen. Tatsache ist, daß im Pseudopodienplasma vielfach chromatische Substanzen auf Grund ihrer Färbbarkeit in die Augen fallen, die ja auch von Luecke als „Embryonen" angesehen wurden. Es muß auch auffallen, daß die Plasmamassen nach ihrem Zusammenschluß im Vergleich mit dem Kern nicht mehr so stark färbbar sind als vorher, und die Chromatinkörnchen nicht so dicht lagern. Die Kontrolle mit der Lubarschfärbung hat ergeben, daß vielfach am Rand der Wabenwände Glykogenkörnchen liegen, die bei Heidenhain-Färbung tiefschwarz erscheinen und so allerdings chromatische Substanz vortäuschen könnten. Dagegen färbte sich das übrige Plasma stets in charakteristischer Weise rosa. Vielleicht beruht die Abnahme der Färbbarkeit auch darauf, daß die chromatische Substanz sich jetzt auf einen weit größeren Raum verteilt, während sie vorher als beinahe konzentriert anzusehen war. Auch die auf Taf. 14, Fig. 4

Digitized by Google

u. 5 wiedergegebenen Photogramme lassen das mit chromatischem Material beladene und etwas aufgeschwemmte Plasma klar zu Tage treten. In solchen Schollen wurden auch die Centriole und Centrioltellungen, wie Taf. 13, Fig. 4 u. 5 sie wiedergibt, gefunden.

Daher muß man zu der Auffassung gelangen, daß für die B-Reihe dasselbe gilt, was für die A-Reihe dargelegt werde konnte, d. h. aus bereits vorher individualisierten und einzeln entwicklungsfähigen Chromidien bilden sich hier die Fortpflanzungskörper.

Wenn man das gesamte Tatsachenmaterial, das hier in der A- und B-Reihe vorgelegt werden konnte, zusammenfaßt, so ergibt sich stets eine Bildung von Fortpflanzungskörpern mit Kernen aus Centriolen, Anlagen, die von Anfang an in der scheinbar unindividualisierten Chromidienmasse zerstreut lagen. Es sei nochmals scharf betont, daß hier bei *Saccammina* eine Kernbildung aus unindividualisierten Chromidien nicht erfolgt, sondern nach allen Befunden die zur Entwicklung befähigten Centriole bereits vorher in ihnen vorhanden waren. Daher ist auch für diese Formen eine Unterscheidung in generative und vegetative Chromidien nicht am Platz. Denn es hat den Anschein, als ob da, wo sich generative Vorgänge in einer Chromidienstruktur abspielen sollen, so wie hier, auch andere, sagen wir vegetative Chromidiensubstanz vorhanden sein muß, die zum Aufbau des Kerns freilich stets unter der Leitung einer Kernanlage unerläßlich erscheint. Meine Befunde an *Saccammina* rechtfertigen diesen Standpunkt und lassen sich zugleich an die Ausführungen Hartmann's (1910) bei Trichonymphiden anknüpfen. Er wies nach, daß hier die Bildung der Gametenkerne aus Centriolen resp. Sekundärkernen erfolgt, die vorher an das Plasma „Chromidien“ abgegeben haben. Diese „Chromidien“ machen bei schwächerer Vergrößerung einen einheitlich diffusen Eindruck, lösen sich aber bei Anwendung stärkster Systeme in die Einzelkerne auf. Es muß betont werden, daß auch hier die Centriole oder Kernanlagen allein für den Aufbau der neuen Kernanlagen verantwortlich zu machen sind. Später werden die Chromidien in ausgibigster Weise bei dem Aufbau des Caryosoms verwandt, wozu sicher auch das Chromatin, das noch im Kern vorhanden ist, befähigt wäre. Ich möchte daher auch den in der B-Reihe geschilderten Austritt von Kernstoffen für eine Art von Nachschub von chromatischer Substanz halten, dem aber keinerlei Bedeutung für den weiteren Entwicklungsgang zugesprochen werden kann.

Somit scheinen die Chromidien ihre Direktion erst von dem eigentlichen generativen Kernelement zu bekommen, das wahrschein-

Digitized by Google

lich auf einem sehr frühen Stadium aus dem Hauptkern austritt. Man würde hier zu einer Zweikernigkeit gelangen können, wenn die generative Komponente sich nicht durch Aufteilung in der Chromidialsubstanz zerstreut hätte, und damit scheint eine Stütze für die Behauptung Schaudinn's erbracht, es handele sich bei den Foraminiferen um einen Kerndualismus, der annähernd ebenso stark ausgeprägt ist wie bei den Ciliaten. Man hätte die Hauptkerne als somatische Macronuclei anzusehen, während die Centriole mit den Chromidien die Micronuclei darstellten, die die geschlechtliche Funktion übernommen haben.

Wenn so für beide Entwicklungsreihen A und B Chromidien nachgewiesen werden konnten, so will das auf den ersten Blick nicht mit den Angaben anderer Forscher bei anderen Foraminiferen übereinstimmen; aber der Unterschied beruht nur auf morphologischer Verschiedenheit. Bei jenen Formen vermehren sich mehrere Kerne durch fortgesetzte Multipelteilung und bilden so ein sogenanntes Chromidium, kleine verteilte Sekundärkerne, neben einem Prinzipalkern bei der microsphärischen Generation. Bei *Saccammina* bleibt dauernd der Primärkern erhalten, während die Sekundärkerne sehr früh ins Plasma übertreten und dort vielleicht einem zentrifugalen Abbau unterliegen, bei dem von diesen nichts übrig bleibt als das Centriol.

Es scheint also nur eine graduelle Verschiedenheit derselben Erscheinung zu sein, denn auch bei den anderen Foraminiferen wird man die Chromidien, ebenso wie bei *Saccammina* auf einen polyenergiden Kern zurückführen können.

c) Der Generationswechsel.

Die vorliegenden Darstellungen werden überzeugend dargetan haben, daß der von Rhumbler (1894 und 1911) vertretene Standpunkt von nur einer Fortpflanzungsreihe bei *Saccammina* nicht mehr aufrecht erhalten werden kann.

Auf Grund der neuen Stadien, die Luecke fand, und die ich noch vermehren konnte, scheint es zur Evidenz erwiesen, daß man auch bei *Saccammina* einen Dimorphismus der Fortpflanzungskörper annehmen darf, so wie man ihn von anderen Foraminiferen her kennt.

In seiner großen Arbeit über die Thalamophoren hat Rhumbler 1911 die Vermutung ausgesprochen, die eine der beiden Fortpflanzungsarten könnte bei *Saccammina* unterdrückt sein. Weiter unten führt er dann an, wahrscheinlich sei infolge der Kälte in höheren Breiten

Digitized by Google

die Vermehrungsfolge eine langsamere, „so daß die Kaltformen ihre phylogenetische Weiterbildung noch nicht soweit in die Höhe treiben konnten ...“ Wenn das RHUMBLER'sche Prinzip für die Entwicklung der Foraminiferen, nämlich Festigkeitsauslese zwecks Schaffung von möglichst widerstandsfähigen Formen berechtigt wäre, dann würden ihrem höchst einfachen Schalenbau zufolge die Saccamminen auf eine der tiefsten Stufen der Foraminiferenleiter gestellt werden müssen. Dies spricht RHUMBLER auch aus, wenn er meint, fast die ganze Familie der Rhabdamminiden sei als Neubildung aufzufassen. Man könnte dann aber von einer Unterdrückung der einen Generation kaum reden, sondern höchstens davon, daß diese noch nicht angelegt ist. Das ist jedoch nur ein Streit um Worte, da ja die andere Generation tatsächlich vorhanden zu sein scheint. Denn wenn es auch auf Grund der vorliegenden Befunde nicht möglich ist, zu einem sicheren abschließenden Urteil über den physiologischen Wert der Endprodukte der einen oder der anderen Entwicklungsreihe zu gelangen, so muß doch betont werden, daß die vorliegenden Reihen, die von einem bestimmten Kernstadium an divergieren, unbedingt der Ausdruck zweier Entwicklungsmöglichkeiten sein müssen. Denn eine Vereinigung beider zu einer Reihe hintereinander sich abspielender Vorgänge ist ausgeschlossen.

Es könnte hier nur noch der Einwand gemacht werden, es handele sich vielleicht um zwei verschiedene Arten von *Saccammina*, die durcheinandergemischt aus der Dredge in das Material gekommen sind, die von außen nicht unterscheidbar sind. Dieser Einwand würde auf die früher tatsächlich von *Saccammina* abgetrennt gewesene *Psammophaera fusca* F. E. SCHULZE gestützt werden können. Es ist aber RHUMBLER schon 1894 möglich gewesen, nachzuweisen, daß *Psammosphaera* nur eine Jugendform von *Saccammina* darstellt, was von LUECKE bestätigt werden konnte. Reiches Tatsachenmaterial, das RHUMBLER (1911) über die Foraminiferen zusammenbrachte, spricht auch für die Durchlaufung eines rauhschaligen Jugendstadiums bei *Saccammina*. Aber ganz abgesehen von derartigen äußerlichen Erwägungen muß der ganze Entwicklungszyklus den Einwand widerlegen können. Angenommen alle Stadien der B-Reihe, die sich von den oben beschriebenen Kernen der vegetativen Reihe von denen der A-Reihe abzweigen, stellten für eine andere Art als *Saccammina* die Entwicklung dar, so würden diese Entwicklungsreihen entweder nur auf ein gametisches oder agametisches Endstadium abzielen. Denn daß sich bei einer Art die eine, bei der anderen die andere Entwicklungsreihe abspielen sollte, ist bisher selten zur Beobachtung

Digitized by Google

gelangt, und wo man derartiges gefunden zu haben glaubte, war es stets möglich, beide in Generationswechsel von einer Art zu bringen. Wollten wir also annehmen, die beiden Kernreihen gehörten zu einer gametischen Entwicklungsreihe, so treten uns Tatsachen entgegen, die diese Annahme eigentlich von vornherein ausschließen dürften. Warum soll denn bei der einen *Saccammina* der Weichkörper zum Zwecke der Fortpflanzung gereinigt werden, bei der anderen nicht? Warum arbeitet die eine *Saccammina* auf eine Auflockerung und Abkuglung der Plasmaschollen hin, die andere auf einen festgefügten Zusammenschluß? Warum degeneriert der Kern bei der einen, bleibt aber bis zum Schluß erhalten, wenn auch wohl kaum funktionsfähig, und warum löst er sich bei der anderen völlig auf?

Das sind Fragen, die man gegen diesen Einwand, es seien verschiedene Arten von *Saccammina*, sofort wird erheben können, die zu beantworten aber nicht in unserer Kraft liegen. Es sind Fragen, die diesen Einwand zu Fall bringen müssen, so daß dem nichts mehr im Wege stünde, unsere beiden Reihen in einen Generationswechsel zu bringen.

Da wir es hier mit Foraminiferen zu tun haben, wird es wohl das Richtigste sein, hier einen dem der übrigen Formen dieser Ordnung analogen Generationswechsel anzunehmen. Das hieße also, aus einer *Saccammina* entwickeln sich Fortpflanzungsprodukte, die als Agameten angesprochen werden müssen, sie wachsen heran und erzeugen eine neue Brut, die Gameten, die zu ihrer Entwicklung höchst wahrscheinlich der Copulation bedürfen.

Es sei versucht, auf Grund der Angaben anderer Autoren, die mit lebendem Material genauere Kenntnis davon gewinnen konnten, an der Hand der Kern- und Chromidienverhältnisse die beiden Reihen für *Saccammina* als Gamonten oder Agamonten zu identifizieren.

Für die Agamontengeneration wird Vielkernigkeit angegeben, entstanden teils durch Zerreißungen und Strömungen des flüssigkeitsreichen Kernes, teils auch durch Multipelteilung. Für *Peneroplis* gibt Winter (1907) auch bei der Agametenbildung Chromidien an (vgl. oben S. 235) und berichtet von eintretender Defäkation des Weichkörpers vor Entstehung der Gameten. Danach würde sich also ergeben, daß die oben geschilderte Reihe A die Agamonten und die Reihe B die Gamonten darstellt.

Dazu käme noch der rein morphologische Gesichtspunkt, daß die Agameten meist größer sind als die Gameten, was hier auch

Digitized by Google

zutreffen würde (vgl. Taf. 12, Fig. 12—19 u. Taf. 13, Fig. 10). Wenn man also dann die fertigen Endstadien der A-Reihe als Agameten betrachtet, wird man sie den von RHUMBLER (1894) gemutmaßten amoeboiden Fortpflanzungskörpern gleichsetzen dürfen.

Ich glaube nicht, daß man auf die Angabe des Flüssigkeitsreichtums bei den Kernen der Agamontenreihe, wie RHUMBLER (1911) sie macht, großes Gewicht legen darf; denn um eine so weitgehende Homologisierung der Verhältnisse durchzuführen, scheinen mir einerseits Saccamminen, andererseits *Polystomella* und *Peneroplis* zu weit auseinanderzustehen. Über die dauernde Einkernigkeit von *Saccammina* im Gegensatz zu der für *Polystomella* und *Peneroplis* angegebene Vielkernigkeit der Agamonten habe ich bereits oben gesprochen (vgl. p. 248).

Die von mir vorgenommene Ausdeutung der Reihe A als Agamonten und der Reihe B als Gamonten könnte auch durch die Verhältnisse bei einkernigen Radiolarien unterstützt werden, die sich in dieser Beziehung ganz ähnlich verhalten.

In Kürze zusammengefaßt würde man also bei *Saccammina* zu einem Generationswechsel in folgender Weise kommen: Die Formen A erzeugen Agameten (Taf. 12, Fig. 12—19), die heranwachsen und zur Bildung von Gameten (Taf. 13, Fig. 10) die Reihe B durchlaufen. Wahrscheinlich müssen die Gameten kopulieren. Die vegetativen Stadien der Gamonten und Agamonten sind nicht zu unterscheiden.

Literaturverzeichnis.

DOBELL, C. C. (1909): Chromidia and the binuclearity hypothesis. The Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 53.

HARTMANN, M. (1909): Polyenergide Kerne. Studien über multiple Kernteilung und generative Chromidien bei Protozoen. Biol. Centralbl. Bd. 29.

— (1910: Entamoeba testudinus n. sp. Mem. Inst. Oswaldo Cruz T. 2 Fasc. 1.

— (1910): Konstitution der Protistenkerne. Jena (Fischer).

— (1910): Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Trichonymphiden. Festschrift f. R. HERTWIG Bd. 1.

HARTMANN, M. u. PROWAZEK, S. v. (1907): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.

HUTH, W. (1911): Über die Fortpflanzung von Thalassicola. Vorläufige Mitteilung. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde Berlin.

LISTER, J. J. (1896): Contributions to the life-history of the Foraminifera. London.

LUECKE. F. (1910): Saccammina sphaerica M. SARS. Kiel.

Digitized by Google

Rhumbler, L. (1894): Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. II. Saccammina sphaerica M. Sars. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 57.

— (1911): Die Foraminiferen. Kiel und Leipzig (Lipsius u. Tischer).

Sars, M. (1868): Fortsatte Bemaerkninger over det Dyriske Livs Udbredning i Havets Dybder. Vidensk. Selsk. Forhandlinger for 1868.

Schaudinn, F. (1894): Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung. Vorläufige Mitteilung. Biol. Centralbl. Bd. 14.

— (1895): Über den Dimorphismus der Foraminiferen. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde Berlin.

— (1899): Untersuchungen über die Fortpflanzung von Trichosphaerium Sieboldi. Schn. Anh. Abh. K. preuß. Akad. Wiss. Berlin.

— (1903): Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. (I. Polistomella crispa). Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 19.

Siedlecki, M. (1905): Über die Bedeutung des Caryosoms. Krakau.

Winter, F. W. (1907): Zur Kenntnis der Thalamophoren. I. Peneroplis pertusus (Forskal). Arch. Protistenk. Bd. 10.

Tafelerklärung.

Alle Figuren sind, wenn nichts anderes bemerkt, gezeichnet mit Voigtländer 2 mm Immers. und Zeiss'schem Comp. Oc. 12 und Abbé'schem Zeichenapparat auf Objekttischhöhe.

Tafel 12.

Fig. 1—19. Entwicklung der A-Reihe. Fig. 20—24 nach Luecke'schem Präparat.

Fig. 1. Vegetatives Individuum mit Kern und Plasma. *Saccammina epurata*, gez. Zeiss Obj. DD und Comp. Oc. 8.

Fig. 2. Plasmascholle mit Centriol.

Fig. 3. Plasmascholle mit Centriolen.

Fig. 4. Plasmascholle mit Kernanlage.

Fig. 5. Plasmascholle mit Centriol.

Fig. 6. Plasmascholle mit Centriolteilung.

Fig. 7. Plasmascholle mit Centriolen und von diesen beeinflußter Zone. Gez. 2 mm Imm. und Oc. 4.

Fig. 8. Abgekugelte Plasmascholle mit Centriol.

Fig. 9. Plasmascholle in Teilung; mit zwei Centriolen.

Fig. 10. Abgekugelte Plasmascholle mit junger Kernanlage.

Fig. 11. Abgekugelte Plasmascholle mit Centriol und beginnender Kernbildung.

Fig. 12—19. Endstadien der Entwicklungsreihe A. Fig. 12 Caryosomkernbildung. Fig. 13 Caryosom mit Außenkern. Fig. 14—19 Auflockerung und Abbau des Kernes.

Fig. 20. Halb verdauter Fremdling in *Saccammina*. (Luecke's Flagellosporen.)

Fig. 21. Wie Fig. 20 gez. Imm. 2 mm und Comp. Oc. 4.

Fig. 22. Flagellosporen nach Luecke.

Fig. 23. Fast verdauter Fremdling in *Saccammina*.

Fig. 24. Aufgelöster Fremdling in *Saccammina*.

Fig. 25. Embryo nach Luecke.


Digitized by Google

Tafel 13.

Entwicklung der B-Reihe.

Fig. 1. Auflösung des Kernes. *Saccammina epurata*, gez. Zeiss Obj. DD und Comp. Oc. 4.

Fig. 2. Austritt von Kernsubstanz bei *Saccammina sphaerica*. Vergr. wie Fig. 1.

Fig. 3. Strömungs- und Zerrungserscheinungen am Kernrand bei *Saccammina epurata*.

Fig. 4. Centriol im Plasma. *Saccammina epurata*.

Fig. 5 u. 6. Centriolteilung im Plasma. *Saccammina epurata*.

Fig. 7. Abgekugelte Kernsubstanz im Plasma. *Saccammina epurata*.

Fig. 8 u. 9. Junge Kernanlagen im Plasma. *Saccammina epurata*.

Fig. 10. Endstadien der Entwicklungsreihe B. *Saccammina epurata*.

Fig. 11. Plasmaschollen und ungereinigtes Plasma von *Saccammina sphaerica*. Vergr. 2 mm Imm. und Comp. Oc. 4.

Fig. 12. Plasmaschollen desselben Stadiums wie Fig. 11 mit Fortpflanzungskörpern (?). *Saccammina sphaerica*.

Tafel 14.

Fig. 1. Kern mit Membrankegeln und auftretender Lininfaserzone, ungereinigtes Plasma. *Saccammina sphaerica*. Vergr. 100 ×.

Fig. 2. Kern mit vergrößerter Lininfaserzone und gereinigtem Plasma. *Saccammina epurata*. Vergr. 100 ×.

Fig. 3. Stärkere Ausbildung der Lininfaserzone und der Binnenkörperrandzone. Gereinigtes Plasma. *Saccammina epurata*. Vergr. 100 ×.

Fig. 4. Aufgeblähter Kern, Auflösung der Randzone und der Membran. *Saccammina epurata*. Vergr. 100 ×.

Fig. 5. Medianschnitt eines Kernes wie Fig. 4. *Saccammina epurata*. Vergr. 100 ×.

Fig. 6. Randzone mit zurükgezogener Grundmasse, unvollkommen gereinigtes Plasma. *Saccammina sphaerica*. Vergr. 250 ×.

Fig. 7. Kernbildübersicht von Fig. 6. Vergr. 100 ×.

Fig. 8. Endstadien der Entwicklung A mit Kernrest. K = Kernrest. *Saccammina sphaerica*. Vergr. 200 ×.

Fig. 9. Endstadien der Entwicklung A. *Saccammina sphaerica*. Verg. 500 ×.

Fig. 10. Kernreste nach Auflösung des Kernes im gereinigten Plasma. *Saccammina epurata*. Obere Abkugelung intakt, untere im Beginn der Auflösung. Im Plasma verstreut liegen noch mehrere kleinere, schon teilweise abgebaute (K).

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Innsbruck.)

Über den Excretionsvorgang und die systematische Stellung von *Amoeba quadrilineata* CARTER.

Von
stud. phil. **Heinrich Hofeneder.**

(Hierzu 7 Textfiguren.)

Im Jahre 1866 untersuchte GREEFF (3) die Excretion von *Amoeba terricola* und es war ihm nicht möglich, einen Ausführungskanal der kontraktilen Vacuole nachzuweisen. GREEFF kam daher zu der Ansicht, daß die Vacuolenentleerung nach innen, ins Plasma hinein, vor sich gehen müsse. In neuerer Zeit berichtete nun RHUMBLER (10) über Entleerungen der kontraktilen Vacuole, welche ebenfalls ins Innere des Plasmas vor sich gehen sollten. Und zwar bei *A. radiosa* und *A. geminata.* Nach RHUMBLER geht die Vacuolenentleerung bei obgenannten Formen plötzlich vor sich. Und hierbei entsteht die Figur eines sternförmigen Schlitzes (Fig. 1) und es hat den Anschein, als ob der Vacuoleninhalt durch die Sternspitzen gleichsam in das Innere des Plasmas „verspritzt" würde. Denselben Vorgang beschrieb GROSSE-ALLERMANN (4) bei *A. terricola* GREEFF.

Nun konnte aber PENARD (7)[1]) mit Hilfe des Tuschverfahrens von JENNINGS (5) bei *A. terricola* die Entleerung der kontraktilen Vacuole tatsächlich einwandfrei nach außen nachweisen. In einer weiteren Arbeit (8) kommt PENARD zu dem interessanten Ergebnis,

[1]) Da mir diese Arbeit nicht zugänglich war, wandte ich mich brieflich an Herrn Dr. PENARD-Genf, der mir bereitwilligst Auskunft erteilte; wofür ich auch an dieser Stelle dem geschätzten Autor meinen innigsten Dank ausspreche.


Digitized by Google

daß „une zone, une area circulaire“ vorhanden ist, innerhalb welcher Zone der Vacuoleninhalt gleichsam wie durch Poren nach außen tritt. Direkte Ausführungskanäle vermochte er nicht zu beobachten. Doch glaubte er in dieser Zone der Pellicula Gebilde gesehen zu haben, die sich von den Vacuolen durch den Besitz einer verdickten Scheidewand unterschieden.

Im Praktikum des zoologischen Institutes der k. k. Universität Innsbruck, unter der Leitung meines hochgeschätzten Lehrers, Herrn Prof. Dr. K. Heider, war es mir möglich im Sommersemester 1911 einen eigentümlichen Excretionsapparat bei *Amoeba quadrilineata* Carter zu beobachten, mittels welchem der Vacuoleninhalt nach außen entleert wird. Dieser Ausführungskanal ist präformiert und liegt im hinteren Körperende. Deutlich zu sehen ist er nur bei Individuen, die wenig Nahrungspartikel in ihrem Entoplasma enthalten (Fig. 2) und besonders deutlich, jedoch nur bei stärkeren Vergrößerungen, im Momente der Entleerung selbst (Fig. 3).

Hat sich eine Vacuole soeben entleert, so treten bei *A. quadrilineata* im Umkreise des Excretionsapparates kleine Vacuolen auf, die sich langsam vergrößern (Fig. 4) und schließlich in eine einzige Vacuole übergehen (Fig. 5), die, wenn sie eine Maximalgröße von ca. 50 μ erreicht hat, immer näher an den Porus heranrückt und nun gleichsam sich hindurchzwängend, den Excretionsporus öffnet und sich nach außen entleert (Fig. 3 u. 6). Ist das geschehen, so schließt sich wieder der Porus und von ihm ist nur, und auch da nur in günstigen Fällen, ein Spalt zu sehen, in dem die 4 Falten der Pellicula einmünden (Fig. 2).

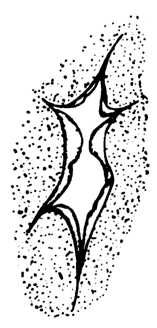


Fig. 1.

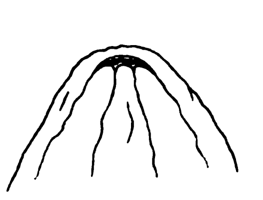


Fig. 2.



Fig. 3.

Es liegt also hier eine ringartige, elastische Bildung der Pellicula vor, die durchwegs immer an eine bestimmte Stelle gebunden, also durchaus präformiert ist. Die Vacuolenentleerung erfolgt nur durch diese präformierte Stelle.

Eine Amöbenpellicula kann sehr wohl eine bestimmte dauernde Bildung besitzen, ohne daß Gefahr vorhanden wäre, dieselbe während

Digitized by Google

des Ento-Ectoplasma- und Ecto-Entoplasmaprozesses immer wieder zu verlieren. Denn wie Rhumbler (11) zeigte, erfolgt die Rückströmung des Plasmas bei Amöben mit gelatinisiertem Ectoplasma unter der Pellicula; es ist somit bei diesen Formen die Pellicula nicht mehr an der Rückströmung beteiligt, sondern bildet eine feste Decke, welche hiermit sehr wohl dauernde Gebilde zu besitzen vermag.

Es könnte vielleicht nun der Einwand erhoben werden, daß die erwähnte Sternfigur (Fig. 1), die Rhumbler (10) und Grosse-Allermann (4) beschrieben mit meiner Beobachtung identisch sei. Dies ist aber sicherlich nicht richtig, denn man sieht ganz deutlich, wie die Pellicula von der großen Vacuole nach oben gedrückt wird, wie sich allmählich der Excretionsporus erweitert, und wenn endlich die Vacuole entleert ist, sich der Ring immer mehr und mehr schließt,

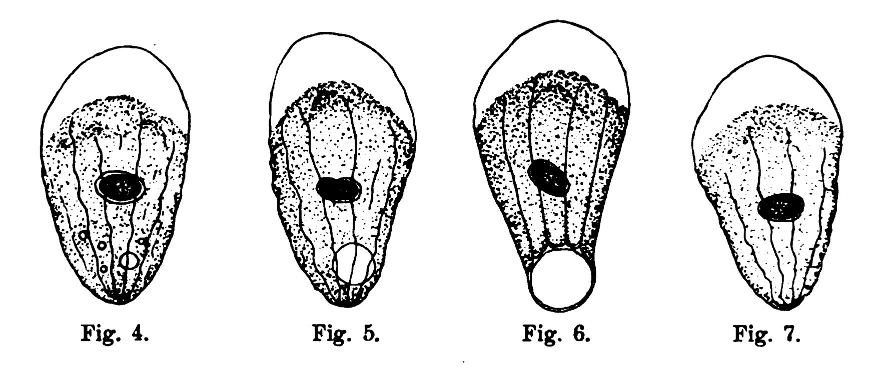


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

bis schließlich nur mehr die Spalte der zusammengepreßten Pellicula als äußerst zarte Linie erscheint (Fig. 2). In gleicher Weise spricht das Verhalten der Pelliculafalten für eine Entleerung nach außen. Ist nämlich die Vacuole in Bildung begriffen, so sind die 4 Pelliculafalten mehr oder minder gewellt (Fig. 4, 5, 7); in dem Momente aber, in welchem die Vacuole durch den Excretionsporus nach außen tritt, sind sie ziemlich straff gespannt (Fig. 3, 6).

Systematisches.

Die Species *Amoeba quadrilineata* wurde zuerst von Carter (1) aufgestellt, von ihm selbst aber später (2) mit *A. verrucosa* Ehrbg. in Beziehung gebracht. Auch Leidy (6) bringt *A. quadrilineata* Carter und *A. verrucosa* Ehrbg. miteinander in Beziehung. Indem er angibt, wiederholt Übergangszustände gefunden zu haben, kommt

Digitized by Google

er zu dem Schluß, aus *A. quadrilineata* eine Jugendform von *A. verrucosa* sei. Bei PENARD (9) ist *A. quadrilineata* identisch mit *A. terricola*, wie auch diese nur ein Synonym für *A. verrucosa* EHRBG. ist.

Nun ist es wohl richtig, daß die sogenannten *Erdamoeben* GREEFF's oder besser die „*Amibes à pellicule*" PENARD's und von ihnen besonders die 3 Formen: *A. terricola*, *A. verrucosa* und *A. quadrilineata*, die ich während beinahe einjährigen Studiums genauer kennen gelernt habe, einander sehr ähnlich sind. *A. terricola* und *A. verrucosa* sind höchstwahrscheinlich identisch; der einzige stichhaltige Unterschied, der zwischen ihnen besteht, liegt darin, daß *A. terricola* die Landform der wasserbewohnenden *A. verrucosa* darstellt. GROSSE-ALLERMANN (4) setzt die beiden auf eine höchst einleuchtende Art miteinander in Beziehung. Er beobachtete nämlich, daß *A. terricola* im Moose bei trockenem Wetter sich durch gewöhnliche Zweiteilung vermehrt, denn er fand bei trockenem Wetter nur einkernige Formen. Traten aber länger anhaltende Regen und Nebel ein, so fand er vielkernige Individuen, welche nach einigen Tagen an derselben Stelle nicht mehr zu finden waren, ebenso fehlten aber auch die einkernigen Formen. Er schließt daraus, daß in der Regenzeit Schwärmer gebildet werden dürften, welche mit dem abfließenden Wasser in Pfützen und andere Wasseransammlungen gelangen und so die *A. verrucosa* liefern würden.

Anders, glaube ich, ist aber *A. quadrilineata* CARTER zu beurteilen. Ganz abgesehen davon, daß sie nur im Wasser zu finden ist, ist sie die einzige Form, bei welcher, soweit ich die Literatur zu übersehen in der Lage bin, ein präformierter Excretionsporus vorhanden ist. Sie ist auch in bezug auf ihre Bewegung eine selbständige Form. Ich sah viele Individuen und konnte oft und oft beobachten, daß die Bewegung nur in einer Richtung mittels eines einzigen breiten Lobopodiums von statten geht (Fig. 4—7). Ein plötzliches oder allmähliches Umkehren findet nie statt. Seitliche Pseudopodien sah ich nie; höchtens daß hier und da einmal die Pellicula an den Seiten etwas vorgewölbt wurde, aber ein eigentliches Pseudopodium war an den Seiten nie zu beobachten. Damit hängt auch zusammen, daß *A. quadrilineata* wohl die formbeständigste Amöbe ist, die ich kenne. Ihre Bewegung geht relativ schnell vor sich, bedeutend rascher als *A. verrucosa*, jedoch etwas langsamer als *A. limax*, die ja nach RHUMBLER (10) zu den schnellsten Amöben gerechnet wird, denn sie legt die Wegstrecke von 1 μ in einer Sekunde zurück. Der ziemlich große, meistens ovoïde Kern ist in der Einzahl vorhanden und stets mit einem hellen Hofe umgeben. Der Kern kann Gestalts-

Digitized by Google

veränderungen durchmachen, wie dies auch von anderen Amöben schon seit langem bekannt ist. Die Größe von *A. quadrilineata* beträgt ca. 250 μ.

Merkwürdig scheint mir, daß ich immer nur 4 Pelliculafalten beobachten konnte, die deutlich am Excretionsporus inseriert sind. Sind mehr als 4 vorhanden, so reichen sie entweder nicht bis zum Excretionsporus, d. h. mehr als 4 sind nicht an ihm inseriert, oder es ist eine *A. verrucosa*, der aber ein Excretionsporus fehlt. Selbstverständlich kann es auch *Verrucosa*-Formen geben, die vielleicht 4 Pelliculafalten besitzen, und solche Formen werden es auch sicher gewesen sein, welche Carter, Leidy und die anderen Autoren veranlaßt haben *A. quadrilineata* und *A. verrucosa* miteinander in Beziehung zu bringen. Besonders geht dies hervor aus den Abbildungen der III. Tafel von Leidy's schönem Werke (6). Bedingung für *A. quadrilineata* ist, daß sie

1. 4 Pelliculafalten besitzt, die am Excretionsporus inseriert sind, und

2. daß nur ein einziges breites Lobopodium gebildet wird, wodurch die Bewegung nur in einer Richtung gewährleistet wird.

A. quadrilineata ist nicht sehr häufig. Ich fand sie ausschließlich nur im Wasser. Meine untersuchten Exemplare stammten aus den Mooren des Innsbrucker Mittelgebirges und aus dem Inundationsgebiet des Innflusses. In vereinzelten Exemplaren fand ich sie an den angegebenen Lokalitäten während des ganzen Jahres. Ja sogar im Jänner, als eine dünne Eisschicht das Wasser bedeckte, fand sie sich ziemlich zahlreich. In Petrischalen hält sie sich ziemlich gut. Eine Kultur hatte ich 2 volle Monate. Nur muß man für Sauerstoffzufuhr sorgen, durch Beigabe von stark assimilierenden Algen. *A. quadrilineata* Carter ist jedenfalls eine Reinwasserform. In sauerstoffarmem Wasser geht sie bald zugrunde.

Vom wichtigsten Momente, nämlich der Fortpflanzung, vermag ich leider nichts zu berichten. Die Tiere lebten in meinen Kulturen anscheinend ganz gut. Aber nie sah ich Fortpflanzungszustände.

So muß ich mich denn allein auf die oben angeführten morphologischen Merkmale beschränken und auf diese gestützt, erlaube ich mir vorzuschlagen: *Amoeba quadrilineata* Carter als selbständige Species innerhalb der Gruppe der *„Amibes à pellicule“* wiederherzustellen.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis.

1) Carter, H. J.: Notes on the Freshwater Infusoria of the Island of Bombay No. 1. The Annals and Magazine of Natural History, London 1856, Bd. 18.
2) —: Additional Notes on Freshwater Infusoria in the Island of Bombay. Ibid. 1857 Bd. 20.
3) Greeff, R.: Über einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 2 1866.
4) Grosse-Allermann, Wilh.: Studien über Amoeba terricola Greeff. Arch. f. Protistenk. Bd. 17 Heft 2 1909.
5) Jennings, H. S.: A Method of Demonstrating the external Discharge of the contractile Vacuole. Zool. Anz. Bd. 27 1904.
6) Leidy, Joseph: Freshwater Rhizopods of North-America. Report of the Geolog. Survey of the Territor. Vol. 12. Washington 1879.
7) Penard, E.: Sur la décharge externe de la vésicule contractile dans l'Amoeba terricola. Revue Suisse de Zool. Tome 12 fasc. 3 1904.
8) —: Observations sur les Amibes à pellicule. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 Heft 2 1905.
9) —: Faune Rhizopodique du Bassin du Léman. Kündig, Genf 1902.
10) Rhumbler, L.: Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen in der Zelle. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 7 1898.
11) —: Zur Theorie der Oberflächenkräfte der Amöben. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 83 1905.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zootomischen Institut der Universität zu St. Petersburg.)

Studien über Physiologie der Gregarinen.

Von

B. Sokolow.

(Hierzu 14 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

I. Teil. Allgemeiner Überblick.

Über die Bewegung der Gregarinen.

Die Frage „wie sich die Gregarinen bewegen" bleibt bis jetzt noch nicht aufgeklärt. Die von SCHEWIAKOFF (im Jahre 1894) gegebene Erklärung traf eine beträchtliche Anzahl wichtiger Widerlegungen, welche nicht unbeachtet gelassen werden können. SCHEWIAKOFF fand bei der Untersuchung der Gregarinen *Clepsidrina munieri* SCH. aus *Chrysomela*, daß die Bewegung durch eine von der Gregarine abgeschiedene gallertartige Substanz bedingt wird, welche sich hinter der Gregarine ansammelt und einen Gallertstiel bildet. Dieser

Digitized by Google

Gallertstiel erstarrt leicht, haftet an der Fläche, auf welcher die Gregarine sich befindet und die Gregarine wird durch fortwährende Abscheidung von Gallerte, resp. durch das Anwachsen des Stieles fortbewegt. CRAWLEY (im Jahre 1903 und 1905), welcher dieser Erklärung von SCHEWIAKOFF eine Reihe von Tatsachen (die ich später besprechen werde) entgegensetzt, stellt seine eigene Hypothese auf: diejenige der wellenartigen Bewegung, bei der die Myoneme eine Hauptrolle spielen. Als Untersuchungsobjekt benutzt er *Echinomera hispida* SCH. aus *Lithobius forficatus* und einige Arten der *Stenophora.* Dieser Ansicht von CRAWLEY schließt sich HALL an (1907). Auch LÜHE (1904) stimmt der Meinung von SCHEWIAKOFF nicht bei. SCHELLACK begnügt sich nicht mit den Auslegungen von SCHEWIAKOFF und stellt seine eigene Hypothese auf, nach welcher die Bewegung der Gregarinen mit Hilfe der Rippenstreifen des Epicytes zustande kommt. AWERINZEW meint seinerseits, daß sowohl die Erklärung von SCHEWIAKOFF, wie auch die Hypothese von CRAWLEY beide unrichtig und unannehmbar seien. Die verschiedenen, einander widersprechenden Auffassungen der Autoren lassen fernere, genauere Forschungen über diese Frage sehr wünschenswert erscheinen.

Meine Untersuchungen habe ich auf der Biologischen Station zu Sebastopol angefangen, im Zootomischen Institut der Petersburger Universität fortgesetzt und im Zoologischen Laboratorium der Akademie der Wissenschaften in Petersburg zu Ende geführt.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir Herrn Privatdozent V. DOGIEL, der mir in so liebenswürdiger Weise mit Rat und Tat entgegengekommen ist, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Material und Technik.

Die Bewegung der Gregarinen wurde hauptsächlich in 1 proz. Kochsalzlösung beobachtet, bisweilen auch in einer Mischung von 1 Proz. NaCl mit 1 Proz. $CaCl_2$ (5 : 1). Einige Beobachtungen wurden in Eiweißlösung angestellt (auf 100,0 Wasser 10,0 Eiweiß, 0,75 Proz. NaCl, 0,25 Proz. $CaCl_2$), außerdem auch in Säuren: HCl; HO_3N; HCOCH; CH_3COCH; in Alkalien und Alkalisalzen: Na_2CO_3, NH_3, NaOH, $NaHCO_3$ und HNO_3; auch in NaCl, $CaCl_2$, KCl, $MgCl_2$, Lactose bei verschiedener Konzentration usw. Die Fällung der gallertartigen Fäden, welche die Gregarinen abscheiden, wurde nach folgender Methode angestellt: Die Gregarinen wurden in 2—3 Proz. $CaCl_2$-Lösung gelegt, auf Objektträger verbracht, mit einem Deckglas, welches mit Wachsfüßchen versehen war, bedeckt und hierauf sehr

Digitized by Google

vorsichtig eine in 2—2,5 Proz. $CaCl_2$ gesättigte Tanninsäurelösung durchgeleitet. Durch die letztere wurde die gallertartige Substanz gefällt. Es gelang mir Präparate solcher in Tanninsäure gefällten „Spuren“ der Gregarinen auf folgende Weise herzustellen: Die in Tanninsäure gefällten Spuren wurden nach 15—25 Min. kurz mit 95 Proz. Alkohol behandelt, dem Triesin oder Eisenchlorid zugesetzt war, hierauf über Alkohol abs. und Nelkenöl in Kanadabalsam eingeschlossen. Das Fixieren der „Spuren“ in Sublimat mit Essigsäure ergab schlechtere Resultate. Zum Auffärben der Tanninsäure wurde Lichtgrün und Eosin benutzt.

Die Prozente der Lösungen wurden nach Raul berechnet. Auf solche Weise habe ich den Charakter der Bewegung von 22 verschiedenen Gregarinenarten untersucht:

1. *Doliocystis pellucida* Köll. aus *Nereis cultrifera.*
2. *Doliocystis heterocephala* M. aus *Nephtys scolopendroides.*
3. *Gonospora sparsa* Lég. aus *Glycera* sp.
4. *Monocystis enchytraei* Köll. aus *Enchytraeus albidus.*
5. *Cephaloidophora communis* Mawr. aus *Balanus eburneus.*
6. *Frenzelina portunidarum* Frenz. aus *Carcinus maenas.*
7. *Monocystis foliacea* aus *Polygordius ponticus* Sal.
8. *Stenophora juli* Frantz. aus *Julus herculei.*
9. *Nina gracilis* Grebh. aus *Scolopendra cingulata.*
10. *Trichorhynchus pulcher* Schn. aus *Scutigera* sp.
11. *Echinomera hispida* Schn. aus *Lithobius forficatus.*
12. *Sciadiophora goronowitschi* Joh. aus *Phalangium opilio.*
13. *Stictospora provincialis* Lég. aus *Melolontha* sp. (*larva*).
14. *Stylorhynchus longicollis* F. St. aus *Blaps mortisaga* L.
15. *Gregarina cuneata* F. St. aus *Tenebrio molitor* L. (*larva*).
16. *Gregarina polymorpha* St. aus *Tenebrio molitor* L. (*larva*).
17. *Gregarina steini* Berndt aus *Tenebrio molitor* L. (*larva*).
18. *Ancyrophora gracilis* Léger aus *Carabus auratus* L. (*larva*).
19. *Gregarina blattarum* Sieb. aus *Periplaneta orientalis* L.
20. *Urospora nemertis* Köll. aus *Lineus lacteus.*
21. *Diplocystis schneideri* K. aus *Periplaneta americana.*
22. *Menospora polyacantha* Lég. aus *Agrion puella* L. (*larva*).

Die meisten Beobachtungen wurden mit *Stenophora juli* angestellt, und zwar erstens, weil Crawley seine Theorie auf dieser Art begründete und zweitens, weil die letztere mir in großer Anzahl zur Verfügung stand und lebhafte Bewegung zeigte. Außerdem

Digitized by Google

wurden auch viele Versuche mit *Gregarina polymorpha* angestellt, weil der Charakter der Bewegung dieser Gregarine demjenigen der *Gregarina munieri* sehr nahe steht.

Eben diese Art war es, auf Grund deren Bewegungsphänomen Schewiakoff seine Hypothese gründete.

Ein Beitrag zu der Cytologie der Gregarinen.

Schewiakoff gab eine Beschreibung der Cuticula der Gregarinen, welche als klassisch angesehen und von manchen Autoren an anderen Gregarinen bestätigt wurde. Paehler (1909) unterscheidet in seiner interessanten Arbeit an der Cuticula der *Gregarina ovata* dieselben vier Schichten, wie Schewiakoff an der *Gregarina munieri*: Epicyt, gallertartige Schicht, eigentliches Ectoplasma und Myocyt. Bei vielen Gregarinen wurde die gallertartige Schicht nicht aufgefunden, doch muß hierzu bemerkt werden, daß auch bei den Gregarinen, wo die gallertartige Schicht als nachgewiesen gilt, dieselbe dennoch nicht immer leicht und deutlich zu sehen war. Bei den Gregarinen aber, wo die Cuticula sehr dünn ist (den meisten Monocystoidea), kann man die gallertartige Schicht gar nicht wahrnehmen. Meiner Meinung nach ist das Auffinden der gallertartigen Schicht an fixierten Objekten (Schnitten) weitaus nicht als überzeugend anzusehen. Gleich fixierte und gefärbte Gregarinen (*Stenophora juli*) ergaben oft ungleiche Resultate. Und wenn auch die Schnitte einer Gregarine von der Anwesenheit einer gallertartigen Schicht zu sprechen erlaubten, so war bei den meisten anderen Gregarinen keine Spur derselben wahrzunehmen. Bei den meisten finden wir ein gut ausgebildetes Myocyt. Es ist leicht möglich, daß in den Fällen, wo ein Myocyt nicht wahrgenommen wird, ein solches doch vorhanden ist, vielleicht in Form schwach ausgebildeter Myoneme. Nur für die unbeweglichen Formen (z. B. *Diplocystis schneideri*, *Diplocystis major*, *Diplocystis minor*, *Monocystis michaelis*) steht fest, daß das Myocyt fehlen kann. Die Myoneme bestehen aus langen, dünnen Fibrillen, die oft in vivo deutlich zu sehen sind. Sie erscheinen homogen und zeigen keine Doppelbrechung (Engelmann 1875). Die Myoneme sind bei den meisten Gregarinen zu parallelen, quergerichteten, zuweilen sehr dichten Reihen angeordnet. Bei einigen Formen anastomosieren sie miteinander. Bei vielen Selenidien und Monocystoiden treten die Myoneme als längsdurchlaufende einzelne Fäden hervor.

Digitized by Google

Vergleichender Überblick über die Bewegungserscheinungen der Gregarinen.

Nach dem Charakter der Bewegung kann man die Gregarinen in mehrere bestimmte Gruppen einteilen.

I. Unbewegliche Gregarinen ohne Myoneme, gallertartige Schicht nicht vorhanden. Zu dieser Gruppe muß man einige der im Cölom parasitierenden Monocystoideen rechnen, so die folgenden: *Diplocystis* Schn., *D. clerci* Léger, *Monocystis striata* usw. Zu derselben Gruppe können auch die Gregarinen ohne Gestaltsveränderung, aber mit deutlicher Protoplasmabewegung gerechnet werden, *Monocystis turbo*, *M. olidi* Schmidt usw., welche in den Samenbläschen oder in den Körperhöhlen der Oligochäten parasitieren.

II. Gregarinen mit nematoider Bewegung, die Myoneme sind deutlich zu sehen, meist als längsdurchlaufende Fäden, eine gallertartige Schicht fehlt und es erfolgt keine Abscheidung von Fäden. Es sind hauptsächlich Darmparasiten der Anneliden. Zu dieser Gruppe muß eine Reihe von Gregarinen der Gattung *Selenidium*, auch die *Nematocystis anguillula* H., *Schizocystis sipunculi* Dogiel, *Monocystis mitis* L. usw. hinzugerechnet werden.

Die Gregarinen, welche ich beobachtete, *M. foliacea* (Darm von *Polygordius*), bewegten sich in gleicher Weise wie die Nematoden sich bewegen. Das ganze Bewegungsphänomen besteht im Zusammenrollen und Auseinanderrollen des Leibes, indem diese Bewegungen mit gewisser Energie zustande kommen, wobei die Gregarine annähernd auf derselben Stelle stehen bleibt. Abscheidung irgendwelchen Schleimes oder gallertartiger Spuren konnte nicht wahrgenommen werden.

III. Gregarinen, welche bei der Bewegung starke Gestaltsveränderung zeigen, indem die körnigen Protoplasmaeinschlüsse wie die Sandkörnchen in einer Sanduhr dahingleiten; Myoneme sind nicht vorhanden oder sehr schwach ausgebildet, eine gallertartige Schicht auch nicht vorhanden, die Bewegung ist dabei ein schwaches, langsames Fortschreiten, meistens ist sie aber keine fortschreitende, sondern das Tier bleibt auf derselben Stelle. *Stomatophora coronata* Das. usw. muß auch hierher gerechnet werden.

IV. Gregarinen, ähnlich der vorigen Gruppe, wobei die Bewegung sich auch im Dahinfließen der Protoplasmakörner äußert. Myocyt mehr oder wenig entwickelt, aber keine deutlichen Kontraktionen zu bemerken. Gallertschicht bisweilen wahrnehmbar, Ausscheidung

Digitized by Google

von Gallerte ist zweifellos vorhanden. Deutlich ausgesprochene, recht energische Vorwärtsbewegung. Zu dieser Gruppe können einige Gregarinen, welche in der Leibeshöhle der Anneliden parasitieren, gerechnet werden. Hauptsächlich diejenigen der Gattungen *Doliocystis* und *Urospora*. Als echter Repräsentant dieser Gruppe ist *Urospora sparsa* anzusehen. Bei der Bewegung dieser Gregarine nimmt der Körper verschiedene, höchst mannigfaltige Formen an. Die *Urospora*, welche sonst eine zylindrische, leicht abgerundete Gestalt besitzt, nimmt bei der Bewegung eine Birnenform, Eiform an, wird auch später rund und endlich länglich, in Form eines ausgezogenen Zylinders. Die *Urospora* zeigt ziemlich rasche, fortschreitende Bewegung; es ist mir gelungen, eine Geschwindigkeit bis zu 1,3 mm in der Minute zu vermerken. Die Abscheidung der Gallerte war dabei ziemlich konstant und reichlich vorhanden.

V. Gregarinen mit passiver „gleitender“ Bewegung; die Form des Körpers bleibt bei jener Bewegung unverändert. Myocyt oft schwach entwickelt, gallertartige Schicht nicht immer zu sehen. Die Kontraktionen der Myoneme sind gewöhnlich nicht wahrzunehmen. Eine Abscheidung von Gallerte tritt bei der Behandlung mit Tanninsäure deutlich hervor. Von Gregarinen, welche sich durch solche Bewegung auszeichnen, sind zu nennen: *Chlamydocystis captiva* Dogiel, *Urospora nemertis* Köll., *Cephaloidophora communis* Mawr. usw.

Die Geschwindigkeit der Bewegung solcher Gregarinen zeigt starke Variationen. So konnte ich bemerken, daß *Cephaloidophora communis* sich mit einer Geschwindigkeit von 0,003 mm in der Minute fortbewegt, während *Urospora nemertis* in einer Minute den Weg von 0,1 bis 0,35 mm zurücklegt.

Von den Gregarinen dieser Gruppe mit ausschließlich „passivgleitender“ Bewegung ist noch eine ganze Reihe anderer Gregarinen zu unterscheiden, von denen folgende zu nennen sind: *Gregarina polymorpha*, *Frenzelina portunidarum* usw.

Die Bewegung dieser Gregarinen ist ebenfalls als eine „passivgleitende“ zu bezeichnen, allein bereits mit Zeichen einer Aktivität, wobei schwache Kontraktionen des Myonems, Bewegungen des Protomerits usw. als unkonstante Erscheinungen wahrgenommen werden; dabei wird die Gestalt des Protisten wenig verändert.

VI. Gregarinen mit kombinierter Bewegung, zusammengesetzt aus einer „passiv-gleitenden“ einerseits und einer aktiven Bewegung in Form energischer Myonemenkontraktion andererseits. Das Tier zeigt dabei deutliche Gestaltsveränderungen. Der Myocyt ist hier immer gut entwickelt und leicht wahrnehmbar. Bei vielen Formen

Digitized by Google

sehen wir eine gut ausgebildete gallertartige Schicht, sowie reichliche Abscheidung von Schleimspuren, welche durch Gerbsäure bisweilen vortrefflich gefällt werden. Bei manchen Gregarinen dieser Gruppe prävaliert die aktive Bewegung, so daß die passiv-gleitende sogar vollständig maskiert werden kann; bei anderen ist im Gegenteil die aktive Bewegung viel schwächer entwickelt als die hier dominierende „passive“.

Aus dieser kurzen vergleichenden Übersicht ist zu ersehen, daß die Gregarinen mannigfaltige Bewegungserscheinungen darbieten können; wir können unbewegliche Formen, solche mit fließender Protoplasmabewegung, mit nematoider Bewegung, mit passiv-gleitender und endlich mit kombinierter Bewegung unterscheiden.

Es drängt sich hier die Frage auf, ob die Bewegung als Folge der Myonemenkontraktion anzusehen ist? Ein direkter Zusammenhang der Bewegung mit den Myonemen ist wohl sicher vorhanden: die Gregarinen der 1. Gruppe, welche keine Myoneme besitzen, sind auch unbeweglich; die Gregarinen der übrigen 5 Gruppen dagegen besitzen mehr oder weniger ausgebildete Myoneme und sind auch alle beweglich.

Die Frage, ob die Bewegung durch Myonemenkontraktionen eingeleitet oder ob sie durch Entwicklung einer gallertartigen Schicht bedingt wird, ist schon komplizierter und nur auf experimentellem Wege zu entscheiden. Aus der nachstehenden Tabelle kann das Bewegungsphänomen mit der Ausscheidung von gallertiger Substanz in direkten Zusammenhang gebracht werden.

1. Gruppe	keine Myoneme	keine Gallertsubstanz	unbeweglich.
2. Gruppe	gut ausgebildete Myoneme	keine Gallertsubstanz	fortschreitende Bewegung nicht vorhanden.
3. Gruppe	keine oder schwach ausgebildete Myoneme	keine Gallertsubstanz	fortschreitende Bewegung fast gar nicht vorhanden.
4. Gruppe	Myoneme entwickelt	Gallertsubstanz hier und da vorhanden, Spuren derselben sind immer vorhanden	fortschreitende Bewegung vorhanden.
5. Gruppe	schwach entwickelter Myocyt	Gallertsubstanz vorhanden, Spuren sind vorhanden	fortschreitende Bewegung vorhanden.
6. Gruppe	Myocyt gut entwickelt	Gallertsubstanz vorhanden, Spuren sind immer vorhanden	fortschreitende Bewegung vorhanden.

Digitized by Google

Was die Geschwindigkeit der Bewegung anbetrifft, so sind es die Gregarinen der 5. Gruppe, welche sich am schnellsten bewegen. Übrigens wurden von mir Gregarinen von gleicher Größe beobachtet: *Stenophora juli* (junge Formen) und *Urospora nemertis* (erwachsene Gregarine). Es zeigte sich im Durchschnitt, daß 10 verschiedene *Stenophora juli* einen Weg von 31 mm in 10 Min., die 10 *Urospora nemertis* in derselben Zwischenzeit dagegen nur 25,3 mm zurücklegten. Eine kleine, meßbare Differenz ist jedenfalls vorhanden.

Gegen diesen Versuch kann nur der Einspruch erhoben werden, daß der Myocyt der jungen Individuen noch schwach ausgebildet ist. Durch diesen Einwurf wird meinem Bestreben, die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung von dem Myocyt in Unabhängigkeit zu bringen ein bedeutendes Hindernis in den Weg gelegt. Es darf aber nicht vergessen werden, daß der Charakter der Bewegung der jungen *Stenophora juli* demjenigen der Erwachsenen analog ist: beide zeigen eine „kombinierte“ Bewegung. Es scheint mir, daß die Abhängigkeit der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen von der gallertartigen Schicht deutlicher ausgesprochen ist, als die Abhängigkeit derselben von dem Myocyt. Um uns davon zu überzeugen, wollen wir einen Blick auf die oben angeführte Tabelle werfen. Dort, wo die Spuren und wo die gallertartige Schicht zweifellos wahrnehmbar sind, ist auch eine fortschreitende Bewegung vorhanden. Um aber vollständige Gewißheit hierüber zu erlangen, sind weitere Experimente notwendig.

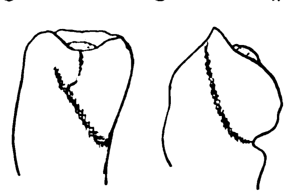
Über den Mechanismus der Bewegung.

In dieser Arbeit möchte ich einerseits die normale Bewegung der Gregarinen besprechen, die ich in Lösungen von Eiweiß, 1 proz. Kochsalz usw. beobachtet habe, andererseits aber alle Abweichungen in der Bewegung auseinandersetzen, welche in verschiedenen Salzlösungen, in Säuren und alkalischen Medien zu konstatieren sind. Hierbei werde ich auch die Terminologie, welcher ich mich in den speziellen Kapiteln meiner Arbeit bediene, kurz erklären. Nach dem Öffnen des Darmes von *Julus* schütteln wir die Gregarinen samt dem ganzen Darminhalte in eine flache Schale mit 1 proz. Kochsalzlösung aus. Hierauf werden die *Stenophora juli* vorsichtig durch mehrere (2—3) Schalen mit 1 proz. Kochsalzlösung geleitet und in eine absolut reine 1 proz. Kochsalzlösung übergeführt. Die Stenophorenbewegung hat Crawley in zwei seiner Arbeiten ausführlich beschrieben, so daß ich hier nur kurz den Charakter dieser Bewegung

Digitized by Google

fassen und einige interessante Tatsachen hervorheben werde. Es bleibt aber noch eine Frage zu beantworten, und zwar inwiefern diese von uns beobachtete Bewegung mit derjenigen im Darme des Wirtes übereinstimmt? Die 1 proz. NaCl-Lösung, wie auch die Eiweißlösung und der Magensaft können doch nicht als normale Bedingungen betrachtet werden. Inwiefern unsere Medien normal sind, können wir nicht beurteilen, weil uns die Physiologie der Gregarinen nur sehr wenig oder gar nicht bekannt ist. Diesen Umstand möchte ich hier besonders hervorheben, um dem Einspruch vorzubeugen: daß wir nicht dazu berechtigt sind, auf Grund der pathologischen Erscheinungen die normalen Zustände zu erklären. Wenn wir hier von der Bewegung der Gregarinen sprechen, so handelt es sich nicht um eine „normale Bewegung". Es ist wohl möglich, daß die Bewegung der Gregarinen im Darme des Wirtes sich etwas anders vollzieht als hier unter künstlichen Bedingungen.

Stenophora juli schließt sich, dem Charakter der Bewegung nach, an die 6. der früher beschriebenen Gruppen an. Dabei wurden gleichzeitig reichliche Abscheidungen von Gallerte und recht energische Myonemenkontraktionen beobachtet, welch letztere ich unter dem allgemeinen Begriff der „Aktivität" zusammenfasse. Die Aktivität der Bewegung wird durch die Kontraktion der Myoneme usw., hauptsächlich im vorderen Körperende, bedingt. Diese Kontraktionen bewirken entweder 1. ein recht energisches Einziehen und Ausstrecken des Protomerits (Fig. 1), wobei der Protomerit manchmal vollständig in den Falten der Cuticula versteckt liegt, oder 2. eine energische und scharfe Knickung und Streckung des ganzen vorderen Drittels des Körpers (s. Fig. 2), oder endlich 3. ein augenblickliches Entstehen und ebenso rasches Verschwinden der deutlich ausgeprägten ringförmigen Einschnürungen auf dem Körper des Protisten (s. Fig. 3). Übrigens ist die erwähnte „Aktivität" bei *Stenophora* nicht immer zu bemerken. Oft sind ihre Bewegungen als ausschließlich passiv-gleitende anzusehen, wobei irgendwelche äußerlich sichtbaren Kontraktionen der Myoneme kaum wahrzunehmen sind und die Anwesenheit innerer, unsichtbarer Kontraktion nur vermutet werden kann, wie dies Crawley auch getan hat. Die Abscheidung von Gallerte ist dabei sehr reichlich, die Bewegung eine fortschreitende, mit einer Geschwindigkeit, welche durchschnittlich nicht geringer ist als bei der kombinierten Bewegung. Zur Ver-


Fig. 1. *Stenophora juli.* Protomerit stark eingezogen. × 100.

Digitized by Google

deutlichung des hier Gesagten mögen die Ergebnisse eines Versuches dienen:

Versuch vom 28. Juli 1910.

Ein großes Exemplar von *Stenophora juli.* Die Bewegung wird in 1 proz. NaCl beobachtet; die Aktivität wird als eine unkonstante Erscheinung wahrgenommen. Während 5 Min. bleibt die Bewegung vollständig und ausschließlich passiv, wobei die Gregarine eine Strecke von 4,87 mm zurücklegt.

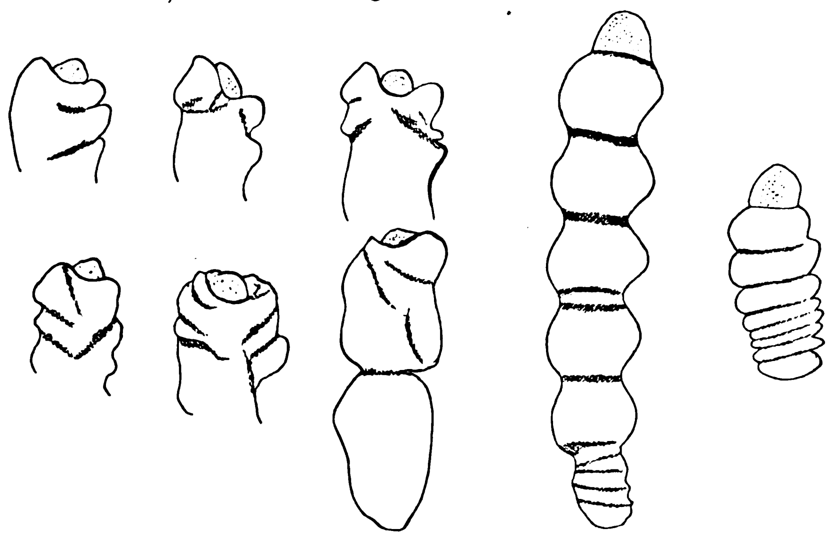


Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 2. Die Knickung des vorderen Teiles des Körpers der Gregarine. Protomerit dabei stark eingezogen. × 100.

Fig. 3. *Stenophora juli.* Die ringförmigen Einschnürungen, welche nach Crawley zur Bewegung der Gregarinen dienen. × 100.

Während weiterer 3 Min. war die Bewegung eine kombinierte, mit Biegen und Strecken des vorderen Körperendes (in diesen 3 Min. wurden nur vier solcher Biegungen wahrgenommen). Die Gregarine legte während dieser Zeit einen Weg von 3,007 mm zurück.

Sodann wurde die Bewegung während 10—20 Min. wiederum ausschließlich passiv und die Gregarine legte während $8^1/_2$ Min. einen Weg von 8,9 mm zurück. Hierauf trat wieder eine Zeitlang eine kombinierte Bewegung auf, wobei die Aktivität gut ausgeprägt war und die Gregarine während 7 Min. einen Weg von 6,29 mm zurücklegte. Weitere Versuche ergaben analoge Resultate, welche die Unabhängigkeit der Geschwindigkeit von der Kontraktion der Myoneme auf das deutlichste darlegten.

Digitized by Google

Die hier folgenden Beobachtungen widersprechen der Hypothese von Schewiakoff, welcher die Bewegung durch einen Gallertstiel zu erklären sucht, auf das schärfste. Die hier dargelegten Tatsachen sind anschaulich genug und bedürfen meiner Ansicht nach keiner weiteren Aufklärung.

Wir bringen die Gregarine in 1 proz. Kochsalzlösung, in welcher kleine Mengen von fein zerriebenem Karmin suspendiert sind. Nach einer oder zwei Minuten bildet sich hinter der dahingleitenden Gregarine aus zusammengeklebten Karminkörnchen ein Häufchen, welches zuweilen eine bedeutende Größe erreichen kann. Die Gregarine schleppt einige Zeit diesen Klumpen hinter sich her, bis derselbe abreißt; bald darauf sammelt sich aber ein neuer Klumpen usw.

Das gleiche Bild, wenn auch weniger anschaulich, kann man bei der Bewegung der Gregarinen in einem Gemisch von Magensaft des Wirtes und 1 proz. Kochsalzlösung beobachten. Auch hier haften Epithelfetzen und Nahrungspartikelchen an dem hinteren Körperende der Gregarine und ballen sich zu einem Klumpen zusammen, welcher hinter der fortgleitenden Gregarine nachgeschleppt wird.

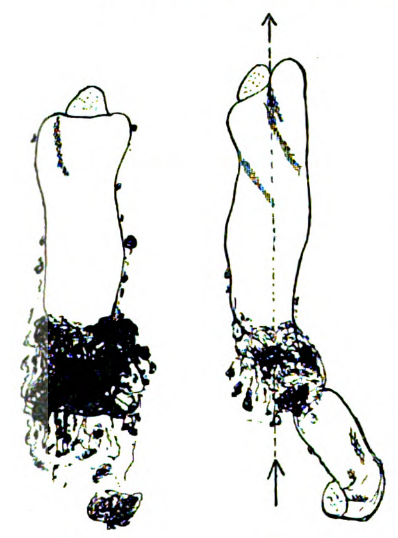


Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 4. *Stenophora juli.* Die Gregarine zieht mehr als 10 Minuten lang einen großen Klumpen aus zusammengeklebten Karminkörnchen hinter sich her.

Fig. 5. Eine größere Gregarine zieht während 15 Minuten die kleinere Gregarine hinter sich her. × 100.

Die nachstehend mitgeteilten Tatsachen scheinen mir ebenfalls zu den Erscheinungen solcher Art zu gehören.

I. Zwei Gregarinen haften mit ihren hinteren Körperenden aneinander (s. Fig. 5). Sie sind bestrebt, sich voneinander zu trennen und vollführen dabei allerlei Myonemenkontraktionen, können sich aber nicht voneinander losreißen; wenn dabei die beiden Gregarinen von gleicher Größe sind, so bleiben sie auf derselben Stelle, wenn aber die eine größer ist als die andere, so zieht das größere Individuum das kleinere hinter sich her.

II. Zwei Gregarinen bewegen sich in derselben Richtung, wobei die beiden Individuen an den hinteren Körperenden miteinander

Digitized by Google

verklebt sind. Die beiden bilden einen Winkel von 0° miteinander, allmählich wird derselbe immer größer und nach 15—20 Min. erreicht er schon 70—80°. Endlich treten die Gregarinen ganz auseinander, der Winkel erreicht schon 160—170°, und weil dabei die Gregarinen gleicher Größe sind, so wird die Bewegung eingestellt und die Gregarinen bleiben auf derselben Stelle stehen. Nach 15 Min. haben sie sich voneinander losgelöst und eine jede von ihnen setzt nunmehr selbständig ihren weiteren Weg fort. Während der Versuchszeit war die Bewegung eine kombinierte.

Alle von Crawley beschriebenen Abweichungen in der Bewegungsrichtung, welche durch die Myonemenkontraktionen bedingt werden, wurden auch hier wahrgenommen. Man konnte deutlich sehen, wie die Gregarine infolge kräftiger Kontraktion der Myoneme von der ursprünglichen Richtung abweicht (s. Fig. 6). Diese Myonemenkontraktionen wurden von mir eingehend untersucht und es

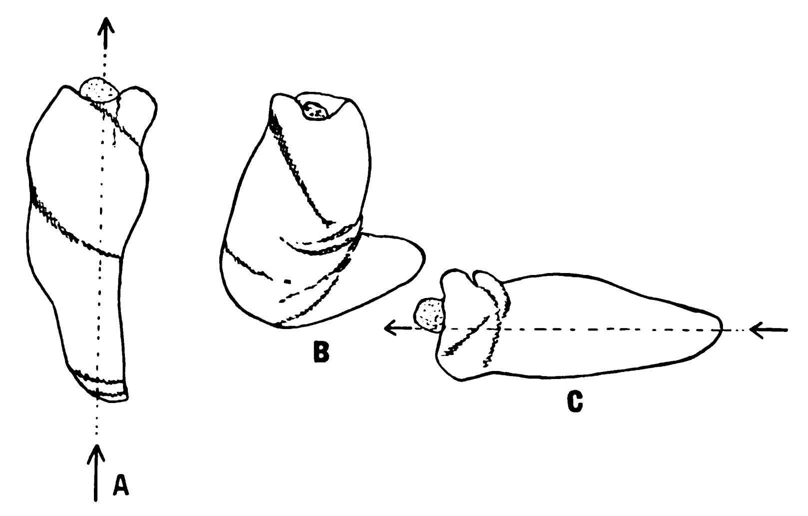


Fig. 6. Die Gregarine gleitet in der Richtung des Pfeiles auf der Fig. A. Durch eine energische Bewegung trat eine Knickung des hinteren Körperendes der Gregarine ein, wie es die Fig. B zeigt. Hierauf streckt sie sich wieder gerade, es entsteht wieder eine fortschreitende Bewegung (Fig. C), aber nunmehr in einer zu der vorigen senkrechten Richtung. × 100.

lag mir nun die Vermutung nahe, die fortschreitende Bewegung der Gregarinen als eine Folge der Kontraktionen der Myoneme anzusehen. Allein die Beobachtungen an Gregarinen mit ausschließlich passivgleitender Bewegung (5. Gruppe), wie auch die von mir angestellten Experimente mit Stenophoren überzeugten mich davon, daß meine

Digitized by Google

frühere Annahme ganz unbegründet war und daß eine Abhängigkeit der fortschreitenden Bewegung von der gallertartigen Substanz unbedingt vorliegen muß.

Beobachten wir irgend eine Gregarine der 5. Gruppe, so z. B. *Urospora nemertis.* Diese kleine Gregarine zeigt manchmal eine recht lebhafte Vorwärtsbewegung, welche in manchen Versuchen eine Geschwindigkeit von mehr als 1 mm in der Minute erreicht. Wollten wir nun hier einen kausalen Zusammenhang der fortschreitenden Bewegung mit der Kontraktion der Myoneme annehmen, so müßte diese Gregarine einen stark kontrahierbaren Körper besitzen. In Wirklichkeit aber ist dies jedoch gar nicht der Fall. Es konnten hier keine, wenn auch noch so schwache Myonemenkontraktionen wahrgenommen werden; die Körperform der Gregarine bleibt unverändert; die Abscheidung der gallertartigen Substanz ist eine sehr reichliche und dabei deutlich zu sehen.

Gallertartige Substanz.

Bevor ich zu dem experimentellen Teile meiner Arbeit übergehe, möchte ich noch kurz bei der gallertartigen Substanz verweilen, und zwar bei den physikalischen Eigenschaften derselben. Es ist die interessante Tatsache hervorzuheben, daß die gallertartige Substanz augenscheinlich nicht immer dieselbe chemische Zusammensetzung besitzt. Dieses schließe ich aus folgenden Beobachtungen: Als Fällungsmittel für die gallertartige Substanz habe ich Tanninsäure benutzt, die Ausfällung immer auf die gleiche Weise ausgeführt, und zwar bei derselben Temperatur (14—15° R), in der gleichen Lösung (NaCl 1 proz.), aber mit Gregarinen aus verschiedenen *Julus.* Bei der Bewegung mancher Gregarinen wurde die von ihnen abgeschiedene gallertartige Substanz in Form von Bündeln feiner Fäden in einer Entfernung von 0,2—0,35 mm vom hinteren Körperende entfernt ausgefällt; die gallertartige Substanz anderer in Bewegung begriffener Gregarinen dagegen wurde nur 0,09—0,05 mm vom hinteren Körperende entfernt gefällt. Nur selten gelang es mir, die gallertartige Substanz der sich fortbewegenden Gregarine in einer Distanz von 0,7—0,9 mm vom hinteren Körperende zur Fällung zu bringen. Das verschiedene Fällungsvermögen der gallertartigen Substanz in 1 proz. Kochsalzlösung spricht bis zu einem gewissen Grade zugunsten meiner Vermutung.

Noch möchte ich die Tatsache hervorheben, daß es mir trotz all meinem Bestreben niemals gelungen ist, die gallertartige Substanz

Digitized by Google

einer in Bewegung begriffenen Gregarine weiter als 1,2 mm entfernt vom hinteren Körperende zur Fällung zu bringen. Dieser Umstand berechtigt mich dazu, von einer schnellen Lösbarkeit der gallertartigen Schicht in 1 proz. Kochsalzlösung zu sprechen. Es ist ferner bemerkenswert, daß die Fällung in $CaCl_2$ leichter vor sich geht als in NaCl. In einer 1—2 proz. $CaCl_2$-Lösung ist es mir gelungen, 2½—3½ mm lange und noch längere Gallertfäden zur Ausfällung zu bringen (s. Mikrophot. Fig. 7). Die gallertartige Substanz selbst ist in den $CaCl_2$-Lösungen besser resp. deutlicher zu sehen als in der 1 proz. Kochsalzlösung. Auch in sauren Lösungen ist die gallertartige Substanz deutlicher zu sehen, wobei sie zugleich auch eine mehr elastische und zähe Beschaffenheit annimmt. In alkalischen Lösungen dagegen ist die gallertartige Substanz im Gegenteil kaum wahrnehmbar und bedeutend weniger zähe. Bei erhöhter Temperatur (25—26° C) ist es schwerer, die gallertartige Substanz zur Fällung zu bringen; sie wird nur in einer Distanz von 0,15—0,05 mm ausgefällt, bisweilen aber in einer noch geringeren Entfernung von dem hinteren Körperende der Gregarine. Und doch erreicht eben bei dieser Temperatur die Geschwindigkeit der Vorwärtsbeweguug ihr Maximum. Die abgeschiedenen Gallertfäden haben das Aussehen feiner Härchen, liegen in Unordnung, stellen keineswegs einen richtigen „Stiel“ oder einen „Hohlzylinder“ dar und bilden manchmal Schlingen (s. Fig. 7). Die Ungleichmäßigkeit in der Verteilung der Fäden ist meiner Ansicht nach nicht auf die Art der Fällung zurückzuführen. Die letztere habe ich immer sehr sorgfältig ausgeführt, indem ich die Tanninsäurelösung in der entgegengesetzten Richtung der sich fortbewegenden Gregarinen zuströmen ließ.



Fig. 7. *Stenophora juli.* Durch Tanninsäure gefällte Spuren. Die Bewegung der Gregarine in 1,1 proz. $CaCl_2$-Lösung. Mikrophotographie.

Hier werden also zwei für uns äußerst wichtige Tatsachen festgestellt: 1. daß die gallertartige Substanz rasch in 1 proz. Kochsalz-

Digitized by Google

lösung aufgelöst wird, und 2. daß die gallertartige Substanz sich hinter der Gregarine in Form eines Bündels feiner, zerstreut liegender Fädchen ablagert.

Die zuerst erwähnte Tatsache, betreffend die rasche Auflösung der gallertartigen Spuren in 1 proz. Kochsalzlösung, stimmt mit den Auslegungen von Schewiakoff (1894) nicht überein. In seiner Arbeit gibt dieser Autor zwei Mikrophotographien zur Bestätigung seiner Meinung. Auf der einen ist eine in Bewegung begriffene Gregarine dargestellt und ein Gallertstiel, auf dem die Gregarine aufsitzt. Wiederholt habe ich verschiedene Gregarinen in Karmin (mit 1 proz. NaCl) beobachtet (leider stand das von Schewiakoff untersuchte Objekt, „*Gregarina munieri*", mir nicht zur Verfügung), und nur dann gelang es mir, ähnliche Bilder wahrzunehmen, wenn die Karminkörner in der Flüssigkeit zu dicht angeordnet und nicht fein genug zerrieben waren. Ein derartiges Bild war aber nicht zu sehen, wenn der Karmin fein und sorgfältig zerrieben und die Körnchen nicht zu dicht in der Flüssigkeit verteilt waren, so daß die Karminkörnchen sich frei in letzterer bewegen konnten. Hinter der sich fortbewegenden Gregarine fließt die zur Seite gedrängte Karminflüssigkeit wieder zusammen. Nur durch die Größe und die Unbeweglichkeit der Körner könnte vielleicht die Bildung eines Hohlraumes hinter der Gregarine erklärt werden. Meine Annahme wird durch die andere Mikrophotographie von Schewiakoff nur noch anschaulicher gemacht. Diese Mikrophotographie wird von ihm als die „Spur einer in bogenförmiger Bewegung begriffenen Gregarine" bezeichnet. „Hier sieht man," schreibt Schewiakoff (p. 10), „daß die Körnchen an der inneren (konkaven) Seite der Spur dichter angeordnet und in der Länge gleichmäßiger verteilt sind; auf der äußeren (konvexen) Seite dagegen sind sie auf mehr oder wenig große Häufchen verteilt, zwischen denen helle Zwischenräume wahrzunehmen sind. Dieses Bild ist dadurch zu erklären, daß an der konkaven Seite die einzelnen Gallertfäden der Länge nach zusammengedrückt werden, so daß die ihnen anhaftenden Körnchen dichter aneinander zu liegen kommen. An der konvexen Seite sind die Gallertfäden auseinander gezogen und an einzelnen Stellen gerissen, wodurch die Körnchen sich in einzelne Häufchen anordnen."

Wenn wir jedoch die Behauptung von Schewiakoff über die Unlöslichkeit der gallertartigen Substanz unbeachtet lassen, schwindet auch die Notwendigkeit der soeben beschriebenen komplizierten Erklärung. Es ist selbstverständlich, daß durch die Vorwärtsbewegung der Gregarine in der Karminlösung die Karminkörnchen zur Seite

Digitized by Google

gedrängt werden, wodurch ein dickerer Randsaum aus dicht aneinander liegenden Körnchen gebildet wird. Andererseits haftet ein Teil der Karminkörnchen an dem hinteren Körperende der Gregarine und wird nachgeschleppt; es bilden sich Häufchen aus Karminkörnchen, welche wieder abreißen. Solches Bild sehen wir auf der beigelegten Mikrophotographie. Was die Differenz in der Verteilung der Karminkörner auf der konvexen und der konkaven Seite anbelangt, so muß hierzu bemerkt werden, daß bei der „bogenförmigen Bewegungsrichtung" die Zentrifugalkraft einen entsprechenden Einfluß auf die konkave und die konvexe Seite ausüben muß. Meiner Ansicht nach muß bemerkt werden, daß eine solche Differenz der beiden Karminbögen auf der beigelegten Mikrophotographie nur mit größter Vorsicht anzunehmen ist.

Die rasche Auflösung der gallertartigen Substanz, die Ungleichmäßigkeit in der Verteilung der Gallertfäden und die großen Karminklumpen, welche die Gregarine nachschleppt, alles dieses scheint mir mit der Theorie von dem Gallertstiel, durch den die Gregarine fortbewegt werden soll, nicht übereinzustimmen. Die Tatsache aber, daß die fortschreitende Bewegung der Gregarinen und die gallertartige Substanz unzweifelhaft im Zusammenhange stehen (was zuerst von Schewiakoff nachgewiesen wurde und dessen Verdienst darstellt), ist meinen Beobachtungen nach als unbestreitbar anzusehen.

Die von den Gregarinen abgeschiedene Gallertsubstanz gleitet längs den Furchen der Cuticula dahin. Die Geschwindigkeit dieses Gleitens der gallertartigen Substanz ist größer als die Geschwindigkeit der Bewegung der Gregarinen, worauf zuerst Schellack (1907) hingewiesen hat. So legte die von diesem Autor beobachtete *Nina gracilis* (= *Pter. nobilis*) den Weg von 1,205 in 1 Minute zurück, wobei die Bewegung eine vollständig passiv-gleitende und relativ gleichmäßige war. Die Geschwindigkeit, mit der die Karminkörnchen in der Flüssigkeit sich fortbewegten, war dagegen folgende:

in	10	Sekunden	0,26 mm
„	15	„	0,299 „
„	10	„	0,265 „
„	6	„	0,195 „
„	4	„	0,15 „

was durchschnittlich 1,5584 mm in 1 Minute ergibt.

Mit anderen Gregarinen wurden analoge Resultate erzielt.

Fügen wir nunmehr zu der Karminflüssigkeit, in der die Gregarinen sich fortbewegen, einige kleine Holzspänchen oder gröbere

Digitized by Google

Karminkörner hinzu, und stößt nun die Gregariue auf einen Widerstand, so wird die Bewegung auf kurze Zeit eingestellt, und wenn es sich um eine Gregarine mit passiver Bewegung handelt, so kann dieselbe eine Zeitlang vor dem Hindernis stehen bleiben. — Die Abscheidung von Gallerte aber dauert während dieser Zeit weiter fort. Der letzte Umstand ermöglichte es mir, die Geschwindigkeit der Strömung der Gallerte im vorderen und im hinteren Körperende zu messen. Bei einem Versuch mit *Sciadiophora goronowitschi* legte ein und dasselbe kleine Karminkörnchen im vorderen Körperende der Gregarine 0,1 mm in 5 Sekunden zurück, im hinteren Körperende dagegen 0,1 mm in 8 Sekunden. Ein größeres Karminkörnchen legte im vorderen Körperende einen Weg von 0,1 mm in 8 Sekunden zurück, während es im hinteren Körperende 0,1 mm in 12 Sekunden zurücklegte. Für *Sciadiophora goronowitschi* gelang es mir im ganzen nur 10—12 Berechnungen auszuführen. Das Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeit der Karminkörnchen im vorderen zu derjenigen im hinteren Körperende dieser Gregarine war durchschnittlich gleich 7 : 3. Für die *Gonospora sparsa* gestaltet sich dieses Verhältnis weniger charakteristisch, und zwar beträgt es 8 : 6,5. Auf Grund dieser Beobachtungen können wir schließen, daß die Geschwindigkeit der Gallerte im vorderen Körperende der Gregarine eine größere ist als im hinteren Körperende.

Ich gehe nunmehr zum experimentellen Teile meiner Arbeit über.

Die Bewegung mit vorangehendem hinteren Körperende.

Der Unterschied in der Bewegung der Gregarinen und der Diatomeen liegt bekanntlich darin, daß die Gregarinen nur in einer Richtung fortgleiten, nur eine Vorwärtsbewegung aufweisen; die Diatomeen dagegen können sich bald vor-, bald rückwärts bewegen Auf Grund meiner Beobachtung erweist es sich indessen, daß die Gregarinen unter bestimmten Bedingungen sich auch mit vorangehendem hinteren Körperende fortbewegen können. Eine Vorbedingung hierfür ist das vollständige Fehlen einer Aktivität seitens der Gregarine. Diese letztere Bedingung kann ihrerseits durch längeres Verweilen der *Stenophora juli* (mehrere Stunden) in 1 proz. Kochsalzlösung erzielt werden (wie übrigens auch in 1.5, 2, 2.5 und 0,5 proz. Kochsalzlösungen), ebenso durch das Verweilen in alkalischen Lösungen (Na_2Co_3, NH_3, NabH usw.), wo die Fähigkeit, sich aktiv zu bewegen, fast momentan suspendiert wird und die Bewegung der Gregarinen, nunmehr als Regel, zu einer durchaus passiv-gleitenden

Digitized by Google

wird. In Kochsalzlösung sowohl wie auch in alkalischen Lösungen konnte ich eine Bewegung mit „vorangehendem hinteren Körperende“ wahrnehmen. Diese Bewegungsart weist denselben rätselhaften Typus eines „passiven Gleitens“ auf.

Gestaltsveränderungen sind dabei nicht zu konstatieren, auch keine Myonemenkontraktionen. Das Plasma der Gregarine trägt eben schon den Stempel des herannahenden Todes (s. II. u. III. Teil). Eine wenn auch nicht immer reichliche Abscheidung der gallertartigen Substanz ist vorhanden (Fig. 8). Die Bewegung mit „vorangehendem hinteren Körperende“ ist manchmal eine gleichmäßige und geradlinige, größtenteils aber eine ungleichmäßige. Dennoch trägt diese Erscheinung keinen zufälligen Charakter: 1. kann die Prozentzahl der sich mit vorangehendem hinteren Körperende fortbewegenden Gregarinen sehr bedeutend sein und in manchen Fällen bis zu 25—30 Proz. steigen; 2. kann die Gregarine sich längere Zeit mit vorangehendem hinteren Körperende fortbewegen (1—1½ Stunden) und dabei ziemlich weite Strecken zurücklegen. Die Geschwindigkeit der Bewegung mit vorangehendem hinteren Körperende ist stets kleiner, zuweilen sogar bedeutend kleiner als die Vorwärtsbewegung. Mehrere Male habe ich beobachtet, wie eine und dieselbe Gregarine erst mit dem vorderen, später mit dem hinteren und dann wieder mit dem vorderen Körperende voranstehend sich fortbewegte. Solche Abwechselungen in der Bewegungsart sprechen, meiner Ansicht nach, sicher dafür, daß die Vorwärts- und die Rückwärtsbewegungen als Erscheinungen derselben Art anzusehen sind. Hier wie dort ist die Abscheidung der gallertartigen Substanz wahrzunehmen, die Gallertspur ist aus Bündeln einzelner Fäden zusammengesetzt und die Anordnung dieser Fäden ist die gleiche wie bei der gewöhnlichen Vorwärtsbewegung (s. Mikrophot.). Bei der Anwesenheit von Chlorkalzium in der Flüssigkeit wird die Aktivität der Bewegung größer. Aus diesem Grunde

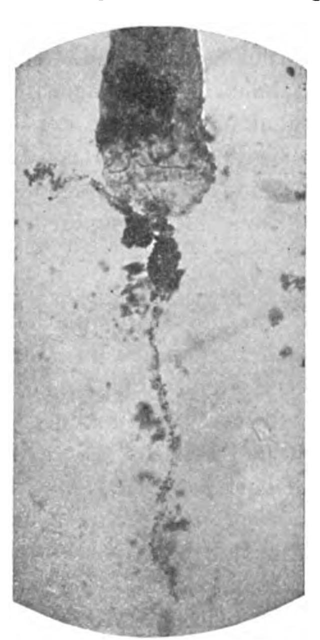


Fig. 8. Die Bewegung mit vorangehendem hinteren Körperteile; die gallertartige Substanz ist hinter dem Protomerit angesammelt. Mikrophotographie.

Digitized by Google

habe ich denn auch Mischungen von NaCl und $CaCl_2$, sowie reine $CaCl_2$-Lösung verwendet. In solchen Lösungen war gewöhnlich die Bewegung mit vorangehendem hinteren Körperende nicht wahrzunehmen, was durch die beträchtliche Aktivität der Gregarine in diesen Lösungen zu erklären war.

Die Aktivität ohne fortschreitende Bewegung.

Die sauren Medien üben gar keinen Einfluß auf die Aktivität der Bewegung aus, während die alkalischen Lösungen, wie schon früher bemerkt wurde, auf die Aktivität der Gregarinenbewegung im Gegenteil hemmend einwirken. So können wir in verschiedenen Säurelösungen alle möglichen energischen Kontraktionen der Myoneme wahrnehmen (in CH_3CoCH, HCoCH, HCl, HNo_3): Knickung, Streckung, Einziehen des Protomerits, kurz gesagt alle die gewöhnlichen Myonemenkontraktionen der Gregarine. Zur gleichen Zeit stellt aber die Gregarine in sauren Lösungen manchmal ihre passive Bewegung ein: eine Abscheidung der gallertartigen Substanz ist nicht mehr wahrzunehmen. Infolgedessen ist auch eine fortschreitende Bewegung der Gregarine in solchen Fällen nicht zu beobachten. Die Gregarine zieht sich zusammen, entfaltet sich wieder, dreht sich, macht tausend verschiedene Manipulationen, bleibt aber immer auf der gleichen Stelle. Wenn wir in saurer Lösung eine kombinierte Bewegung der Gregarinen vor uns haben, so können wir dabei eine recht energische, eigentümliche „Zuckung“ wahrnehmen. In dem letzten Falle zeigt die Bewegung der Gregarine einen unregelmäßigen Charakter. Nachdem die Gregarine eine Strecke zurückgelegt hat, bleibt sie stehen, als wenn sie durch ein elastisches Band nach hinten gezogen würde, welches ihre fortschreitende Bewegung hemmt. Alle Bestrebungen, fortzugleiten, bleiben resultatlos, Kontraktionen der verschiedensten Art, allerlei Zuckungen sind nutzlos, die Gregarine bleibt auf der gleichen Stelle stehen. Nach einiger Zeit (10—15 Min. und noch länger) entsteht wiederum eine fortschreitende Bewegung, die einige Minuten andauert, dann wieder eine Zuckung, Stampfen auf der Stelle usw. Die Ursache solcher Zuckungen liegt zweifellos in der Veränderung der zähen Beschaffenheit der gallertartigen Substanz, welche in sauren Medien stattfindet.

Resumé.

Aus dem Erwähnten ist folgendes zu schließen:

1. Daß die von den Gregarinen abgeschiedene Substanz sich in 1 proz. Kochsalzlösung leicht auflöst;

Digitized by Google

2. daß die gallertartige Substanz sich hinter der Gregarine in Gestalt eines Gallertstiels aus zerstreut liegenden (manchmal auch schlingenförmigen) Fäden ansammelt;

3. daß die *Stenophora juli* unter bestimmten Bedingungen ausschließlich nur eine passiv-gleitende Bewegung zeigt; dabei wird die Gregarine manchmal dazu befähigt, sich mit vorangehendem hinteren Körperende fortzubewegen;

4. daß die Bewegung mit vorangehendem hinteren Körperende der gewöhnlichen passiv-gleitenden Vorwärtsbewegung sehr ähnlich ist. In manchen sauren Lösungen kann eine Abscheidung von Gallertmassen fehlen, was aber die aktiven Bewegungen der Gregarinen nicht ausschließt. In dem letzten Falle ist aber eine fortschreitende Bewegung nicht zu konstatieren.

Auf Grund der angeführten Tatsachen glaube ich nachstehende sichere Schlußfolgerung aufstellen zu können: Das Bewegungsphänomen der Gregarine *Stenophora juli* wird nicht durch die Myonemenkontraktion bedingt und ist zweifellos als eine Folge, nicht aber als die Ursache (wie Crawley meinte) der Abscheidung von Gallerte anzusehen. Diese für *Stenophora*, also für eine Gregarine, welche sich durch sehr energische Myonemenkontraktionen auszeichnet, festgestellte Tatsache kann um so mehr auf andere Gregarinen, die gar keine Myonemenkontraktionen aufweisen, angewendet werden. Auf Grund eigener Beobachtungen komme ich zu folgenden negativen Ergebnissen:

1. Die Hypothese von Crawley, welche die fortschreitende Bewegung der Gregarinen durch aktive Kontraktionen zu erklären sucht, erscheint absolut unannehmbar.

2. Die Hypothese von Schewiakoff bleibt insofern unbestreitbar, als sie die gallertartige Substanz als die Ursache der fortschreitenden Bewegung darstellt. Wenn aber Schewiakoff die fortschreitende Bewegung als eine Folge des Anwachsens eines Gallertstieles ansieht und von Gallertfäden spricht, welche einen Hohlzylinder bilden usw., so kann ich diesem Teil seiner Hypothese nicht beistimmen. Andere Beobachtungen und Betrachtungen, welche mir zur Verfügung stehen, die ich aber in dieser Arbeit nicht näher besprechen möchte, erlauben mir, die Ursache der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen in der Reaktionskraft zu suchen, welche sich bei der Abscheidung der Gallertmassen entfaltet. Diese Hypothese, welcher der Charakter einer Arbeitshypothese zukommt, bedarf einer soliden physikalischen Begründung, die aber infolge der mikroskopischen Größe des Objektes, besonders der Cuticula desselben, und infolge

Digitized by Google

der mangelhaften Bearbeitung der Frage über das Ausströmen von Flüssigkeiten aus Capillaren, überhaupt sehr schwer zu erreichen ist. Durch diesen Umstand war ich gezwungen, mich auf die Darlegung der negativen Ergebnisse meiner Untersuchungen zu beschränken.

Literatur.

1909 Awerinzew: Untersuchungen über die parasitischen Protozoen. Trav. Soc. Imp. Nat. St. Pet. T. 40. (Russisch.)

1909 —: Beobachtungen über die Entwicklung von Coccidien aus dem Darme von Cerebratulus. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.

1872 Beneden: Note sur la structure des Grégarines. Extr. de Bull. de l'Acad. royale de Belgique 2me ser. T. 33.

1910 Boldt: Zwei neue Gregarinenarten aus Octolasium complanatum. Zool. Anz. Bd. 36.

1910 —: In der Samenblase des ostpreuß. Regenwurmes parasitierende Monocystideen. Schriften der phys.-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg L. 1.

1907 Brasil: Recherches sur le cycle évolutif de Selenidium. Arch. f. Protistenk. Bd 8.

1908 —: La croissance de Doliocystis. C. R. Soc. Biol. T. 64.

1909 —: Documents sur quelques sporozoaires d'Annélides. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.

1880—1882 Bütschli: Protozoa. Bronn's Kl. u. Ordn. d. Tierreichs Bd. 1.

1902 Crawley: The progressive movements of Gregarines. Proc. Ac. N. Sc. Phil. Vol. 54.

1905 —: The movements of Gregarines. Proc. Ac. N. Sc. Phil. Vol. 57.

1907 Dogiel: Schizocystis sipunculi. Arch. f. Protistenk. Bd. 7.

1910 —: Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.

1907 Hall: A study of some Greg. Exp. Ref. Hirmocystis rigida. St. Z. Un. Nebr. No. 77.

1909 Hesse: Contributions à l'étude des Monocystidées des Oligochètes. Arch. Zool. expér. (5) T. 3.

1896 Lauterborn: Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig.

1904 Lühe: Bau und Entwicklung der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.

1904 Léger: Sporozoaires parasites de l'Embia solieri. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.

1906 —: Etude sur Taeniocystis mira. Arch. f. Protistenk. Bd. 7.

1904 Paehler: Über die Morphologie, Fortpflanzung und Entwicklung von Gregarina ovata. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.

1907 Schellack: Über Entwicklung und Fortpflanzung von Echinomera hispida. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.

1894 Schewiakoff: Über die Ursache der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58 Heft 2.

1894 —: Zur Biologie der Protozoen. Mémoir. Ac. Sc. St. Pet. T. 75.

1899 Siedlecki: Über die geschlechtliche Vermehrung der Monocystis ascidiae. Anz. d. Akad. Wiss. Krakau.

1910 Sokolow, B.: Über Gregarinen des Schwarzen Meeres. C. R. d. St. Sew. 1911. (Russisch.)

Digitized by Google

1911 SOKOLOW, B.: Zur Frage über die Bewegung der Gregarinen. Trav. d. l. Soc. Imp. d. Nat. d. St. Pet. 1911 T. 42. (Russisch.)
1911 —: Liste des Grégarines décrites depuis 1899. Zool. Anz. Bd. 38 1911.
1912 —: Über Physiologie der Gregarinen. Trav. d. l. Soc. Imp. d. Nat. St. Pet. T. 43. (Russisch.)

II. Teil.

Die Einwirkung von Säuren und Alkalien auf die Bewegung der Gregarinen.

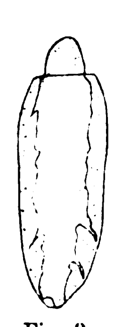
Die Bewegung der Gregarinen in sauren Medien weist einen ganz anderen Charakter auf als die Bewegung in alkalischen Medien. Diese Tatsache gab mir Veranlassung, parallele Versuche mit alkalischen und mit sauren Lösungen von 1 proz. Kochsalz anzustellen.

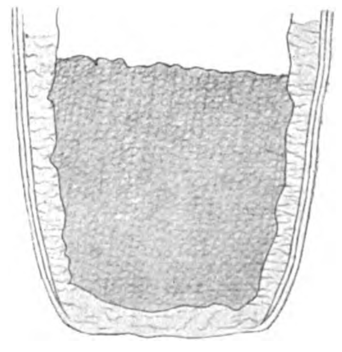
Als Untersuchungsobjekte benutzte ich die Gregarine *Stenophora juli*.

Einwirkung von Alkalisalzen und Alkalien.

Einwirkung des KNO_3.

Es wurden von mir mehrere Versuche angestellt. um die Frage über die Plasmolyse bei den Gregarinen aufzuklären. Nach einer Reihe von Experimenten mit KNO_3 bei verschiedener Konzentration konnte ich feststellen, daß hier keine Plasmolyse vorliegt. In der halben Versuchsreihe konnte man eine Ablösung des Plasmas gar nicht wahrnehmen. In der anderen Hälfte wurden Gregarinen (unbewegliche) mit abgelöstem Entoplasma in verschiedener Anzahl beobachtet. Auf den ersten Blick hätte man diese Erscheinung für eine Plasmolyse annehmen können; bei starker Vergrößerung zeigte es sich aber, daß die Myonemenschicht in inniger Verbindung mit der Cuticula


Fig. 9.


Fig. 10.

Digitized by Google

bleibt; das Plasma, welches sich abgelöst hat, ist nur stellenweise abgerissen und weist keine glatten Ränder auf. Es muß auch bemerkt werden, daß solche Gregarinen keinen Turgor besitzen (Fig. 9 u. 10). Diese Ablösung, oder richtiger gesagt, diese Losreißung des Entoplasmas muß als eine zufällige, unkonstante und von der Konzentration durchaus unabhängige Erscheinung angesehen werden. Schwache Konzentrationen rufen wohl manchmal auch eine solche Ablösung hervor, aber doch in den seltensten Fällen. Die Versuche wurden in 1—5 proz. KNO_3 angestellt. In 1—3 proz. KNO_3 konnten die Gregarinen mehrere Stunden weiter leben. Und in solchen Lösungen war die Anzahl der Gregarinen mit abgelöstem Plasma den stärksten Schwankungen unterworfen. Es kam vor, daß die ganze Reihe der untersuchten Gregarinen eine Ablösung des Plasmas aufwies, öfter aber waren es nur eine oder zwei solcher Gregarinen in der ganzen Reihe. Was die Einwirkung des KNO_3 auf die Bewegung anbetrifft, so muß hierzu bemerkt werden, daß dieselbe großen Schwankungen unterliegt.

Die von mir erzielten Tatsachen zeigten eine so große Mannigfaltigkeit, daß es kaum möglich war, eine Kurve der Geschwindigkeiten auf Grund derselben zu konstruieren. Doch muß erwähnt werden, daß 1—1,5 proz. KNO_3 die günstigsten Konzentrationen für den Aufenthalt der Gregarinen sind. In solchen Lösungen ließen die Gregarinen 8—9 Stunden lang Bewegungen wahrnehmen. Die Geschwindigkeit der Bewegung war dabei sehr verschieden, blieb aber im allgemeinen eine äußerst geringe. Maximum 0,2—0,1 mm und Minimum 0,02—0,005 mm in der Minute.

Schon in 0,05 proz. Lösungen von KNO_3 verschwindet die Aktivität der Bewegung fast momentan. Öfters wird eine Rückwärtsbewegung beobachtet. Die Geschwindigkeit der Rückwärtsbewegung ist geringer als die Geschwindigkeit der gewöhnlichen Vorwärtsbewegung. Die Veränderung im Plasma tritt sehr rasch ein, gewöhnlich schon im Laufe der ersten 15 Minuten. Die Gregarine schwillt an und wird größer.

Im weiteren möchte ich, der Kürze halber, die Anzahl der in Bewegung begriffenen Gregarinen durch N bezeichnen, die mittlere Geschwindigkeit durch S, die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung der Gregarinen (in 1 Minute) durch S_+, die Geschwindigkeit der Rückwärtsbewegung der Gregarinen (in 1 Minute) durch S_-, die Anzahl der Gregarinen mit aktiver Bewegung durch $_SS$. Hierbei muß ich noch bemerken, daß die vom Präparieren bis zu der Einwirkung der Salze verlaufende Zeit 4—9 Minuten betrug; während

Digitized by Google

dieser Zeit befanden sich die Gregarinen in einer Mischung des Blutes von dem betreffenden Tiere und 1 proz. Kochsalz. Wenn im Plasma der Gregarinen irgendwelche äußerlich sichtbaren Veränderungen vor sich gehen, die als Zeichen des eintretenden oder schon eingetretenen Todes anzusehen sind, so bezeichne ich solche Erscheinungen mit dem allgemeinen Ausdruck „Necrobiose“.

Wirkung von Na_2Co_3.

Die Experimente zerfallen in zwei Teile: 1. die Wirkung von in destilliertem Wasser aufgelöster Soda, und 2. die Wirkung von in 1 proz. NaCl aufgelöster Soda.

1. 3 proz. Na_2Co_3 tötet die Gregarinen fast momentan oder bringt wenigstens ihre Bewegung zum Stillstande.

2 proz. Na_2Co_3. Die Gregarinen bewegen sich die ersten 20—25 Minuten hindurch. Eine Aktivität ist bei der Bewegung nicht vorhanden. Die Gregarinen verhalten sich ziemlich verschieden zu der Sodalösung. Einige derselben bewahren ihre beträchtliche Geschwindigkeit (0,5 mm) die ersten 8—10 Minuten hindurch bei, auf einmal aber wird die Bewegung eingestellt. Andere Exemplare dagegen zeigen eine unbedeutende (0,2 mm) und immer geringer werdende Geschwindigkeit. Nach einigen Minuten tritt im Plasma einiger Gregarinen die Braun'sche Bewegung der Körner auf.

1 proz. Na_2Co_3. Eine Aktivität bei der Bewegung ist nicht vorhanden. Nur ausnahmsweise konnte man noch nach 3—4 Stunden in Bewegung begriffene Gregarinen wahrnehmen, meist aber wurde die Bewegung schon früher eingestellt. In den meisten Fällen wird unter der Wirkung der Alkalien und der Alkalizalze der für gewöhnlich dunkel aussehende Protomerit durchsichtig und verliert seine normale Struktur.

0,5 proz. Na_2Co_3. Eine Aktivität ist nicht vorhanden, ebenso keine Ablösung des Plasmas. Diese Konzentration ist die günstigste für den Aufenthalt der Gregarinen. Die Zahl der Gregarinen, die sich mit vorangehendem hinteren Körperende fortbewegen, ist zuweilen sehr groß. Die Bewegung dauert manchmal bis 6 Uhr an.

0,3 proz. Na_2Co_3. Die Bewegung ist auch eine passive. Myonemenkontraktionen werden nicht wahrgenommen. Gregarinen mit aktiver Bewegung wurden von mir in diese Lösung übergeführt und dieselben büßten momentan ihre Aktivität ein.

Digitized by Google

Zeit	30 Min.	1 Std.	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.
N proz.	60	45	30	15	5	0
S	0,48	0,35	0,2	0,25	0,11	0
S+	0,5	0,4	0,25	0,25	0,15	0
S−	0	0,3	0,15	0,28	0,08	0

0,1 proz. Na_2Co_3. Die Gregarinen stellen ihre Bewegung oft nach kurzer Zeit ein, können sich aber manchmal längere Zeit hindurch fortbewegen. Überhaupt sind hier zahlreiche Abweichungen anzutreffen. So konnte bei einem Versuche konstatiert werden, daß einige Gregarinen sich nach 1 Stunde und 40 Minuten mit einer Geschwindigkeit von 0,4—0,35 mm in der Minute fortbewegten. Im ganzen ist aber die Bewegung eine ziemlich langsame und kurz andauernde. Bei vielen Gregarinen wurde ein Ausfließen des Plasmas beobachtet. Das Plasma kann an den verschiedensten Stellen austreten, meistens geschieht dies aber an der Grenze zwischen Protomerit und Deutomerit.

Zeit	30 Min.	1 Std.	1 Std. 30 Min.	2 Std.	3 Std.
N proz.	60	60	40	20	0
S	0,35	0,25	0,15	0,2	0
S+	0,4	0,28	0,25	0,25	0
S−	0,2	0,13	0,15	0,15	0

0,05 proz. Na_2Co_3. Meist hört die Bewegung nach einigen Minuten auf, nur selten dauert sie ungefähr 40—50 Minuten an. Maximum der Geschwindigkeit = 0,4 mm, Minimum = 0,05 mm. Die ersten 3 Minuten wurde bei manchen Gregarinen ausnahmsweise eine aktive Bewegung wahrgenommen.

2. Weitere Untersuchungen wurden mit Lösungen von Na_2Co_3 in 1 proz. NaCl angestellt, wobei ich die Frage aufzuklären suchte, inwiefern das Vorhandensein einer alkalischen Reaktion und das Fehlen von Neutralsalzen hierbei eine Rolle spielen.

3 proz. Na_2Co_3. Bei einigen Versuchen dauerte die Bewegung ungefähr 10 Minuten an, bei anderen aber hörte sie augenblicklich auf. Maximum S = 0,2 mm, Minimum S = 0,06 mm. Der Körper der Gregarine wird bald hell und durchsichtig. Auch bei dieser Konzentration der Lösung verhalten sich die Gregarinen sehr verschieden.

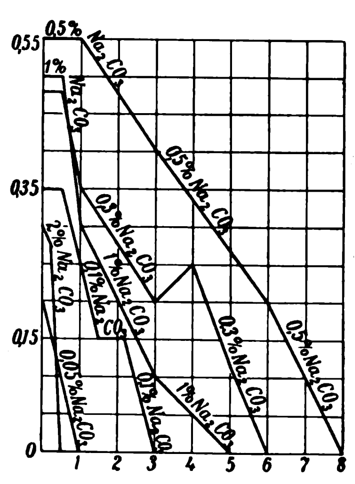
Digitized by Google

2 proz. Na_2Co_3. Eine Bewegung wird während 1 Stunde — 1 Std. 20 Min. beobachtet. Maximum S = 0,3 mm, Minimum S = 0,07 mm. Die Bewegung ist eine passive.

1 proz. Na_2CO_3. Eine Bewegung wird während der ersten 4 Stunden beobachtet. Dabei war die Bewegung immer passiv, oft mit vorangehendem hinteren Körperende. S 1. Std. = 0,6 mm, S 2. Std. = 0,4 mm, S 3. Std. = 0,2 mm, S. 4. Std. = 0,05 mm.

Die Kurve der Bewegungen unterscheidet sich nur wenig von derjenigen bei der Bewegung in 1 proz. $NaCo_3$, aber ohne NaCl.

0,2 proz. Na_2Co_3. Die Bewegung ist immer eine passive. Die Geschwindigkeitskurve unterscheidet sich wenig von der normalen Kurve der Geschwindigkeit in 1 proz. NaCl. Die Bewegung wird aber etwas schneller eingestellt, ungefähr nach 15 Stunden. Rasch eintretende Necrobiose. Eine Bewegung mit vorangehendem hinteren Körperende kommt öfters vor.



Kurve der Geschwindigkeit für die Bewegung der Gregarinen bei verschiedener Konzentration: Na_2CO_3.

0,05 proz. Na_2Co_3 gibt eine mit derjenigen bei 1 proz. NaCl identische Kurve. Die Aktivität ist dabei immer schwächer ausgeprägt und schon als Seltenheit anzusehen. Auf Grund meiner Ergebnisse habe ich Geschwindigkeitskurven der Bewegung in Sodalösung konstruiert.

Einwirkung von $NaHCo_3$.

Die Versuche, welche mit Lösungen von $NaHCo_3$ angestellt wurden, geben ähnliche Resultate wie diejenigen mit Na_2Co_3, was auch aus dem Vergleich der beiden Geschwindigkeitskurven ersichtlich ist. Es erscheint mir daher ganz überflüssig, diese Versuche hier anzuführen. Für stärkere Lösungen von $NaHCo_3$, wie z. B. solche von $1^1/_2$—2 Proz., ist es charakteristisch, daß hier Gregarinen, welche sich mit vorangehendem hinteren Körperende fortbewegen, in großer Anzahl anzutreffen sind. Im allgemeinen tritt ein ähnliches Bild auf: das Fehlen einer Aktivität bei der Bewegung, rasch auftretende Necrobiose, Aufhellung des Protomerits usw.

Digitized by Google

Einwirkung von NaOH.

Die Experimente mit NaOH, wie auch mit Na_2Co_3 wurden auf zweierlei Weise angestellt: 1. mit einer Lösung von NaOH in destilliertem Wasser und 2. mit einer Lösung von NaOH in 1 Proz. Kochsalz.

1. 1 Proz. NaOH tötet die Gregarinen fast momentan. Nach einigen Sekunden zerfließt die Gregarine.

0,5 Proz. NaOH. Nach 3—5 Minuten schwillt die Gregarine stark an.

Die Gregarinen äußern keine Bewegungserscheinungen. Im Plasma treten sofort Granula auf. Es tritt eine Gestaltsveränderung ein, die Konturen werden unbestimmt, undeutlich; dabei quillt das Plasma manchmal nach außen hervor. Der Protomerit wird rasch hell und durchsichtig.

0,2 Proz. NaOH. Die meisten Gregarinen zerspringen nach 10 bis 15 Minuten, und das Plasma tritt aus ihrem Körper heraus. Eine Bewegung wird nicht wahrgenommen.

0,1 Proz. NaOH. Eine Bewegung wurde während der ersten 8—10 Minuten beobachtet. Der größte Teil der Gregarinen zerfließt rasch.

Die mittlere Geschwindigkeit erreicht ein Maximum von 0,2 mm, ein Minimum von 0,03 mm. Keine Spuren von Aktivität sind wahrzunehmen.

Das Plasma fließt manchmal aus dem hinteren Körperende aus, meistens aber zwischen dem Protomerit und dem Deutomerit der Gregarine.

0,05 Proz. NaOH. Keine Aktivität wahrzunehmen. Einige Gregarinen zerfließen dabei rasch, schon nach einigen Minuten.

Die Wirkung des 0,05 proz. NaOH kann im allgemeinen wie folgt charakterisiert werden: Die Bewegung der Gregarinen dauert fort, die Struktur des Plasmas wird verändert, im Plasma tritt eine Granulation auf, aber die Gregarine schwillt nur wenig an. Im Innern des Körpers der Gregarine ist eine rasche Bewegung der Plasmakörnchen wahrzunehmen (Braun'sche Bewegung).

Später fängt die Gregarine plötzlich an mehr aufzuquellen, nimmt im Breiten- und Längendurchmesser zu und wird bald fast doppelt so groß wie früher; hierauf zerfließen die Konturen der Gregarine und das Plasma fließt aus. Der ganze Prozeß dauert einige Sekunden.

Digitized by Google

0,025 Proz. NaOH. Die ersten 20—30 Minuten war eine Bewegung zu bemerken. Mittlere Geschwindigkeit = 0,09 mm in der Minute. Die Zahl der in Bewegung begriffenen Gregarinen war sehr klein. Rasch auftretendes Zerfließen. Eine Aktivität ist nicht vorhanden.

2. Die in 1 Proz. Kochsalz aufgelöste Natronlauge wirkt auf die Gregarinen etwas anders ein, als NaOH, welche in Wasser aufgelöst wird.

2 proz. und 1 proz. NaOH tötet die Gregarinen fast momentan. Sie zeigen ein rasch auftretendes starkes Aufquellen. Das Plasma fließt nicht aus. Eine Bewegung ist nicht wahrzunehmen.

0,3 proz. NaOH. Nach 2—3 Minuten, bisweilen sogar nach einigen Sekunden, tritt Necrobiose ein. Der Protomerit wird ganz durchsichtig. Die Gregarine quillt stark auf. Aus meinen Versuchen kann ich einige Beispiele anführen, wo der Breitendurchmesser der Gregarine deutlich zugenommen hat.

Versuch I. Normaler Breitendurchmesser 0,215 mm; nach 3 Minuten 0,413 mm; nach 8 Minuten 0,52 mm; nach 11 Minuten 0,535 mm; nach 15 Minuten 0,537 mm.

Versuch II. Normale Breite 0,18 mm; nach 4 Minuten 0,315 mm; nach 8 Minnten 0,34 mm; nach 10 Minuten 0,35 mm; nach 15 Minuten 0,35 mm.

Versuch III. Normale Breite 0,163 mm; nach 3 Minuten 0,32 mm; nach 5 Minuten 0,38 mm; nach 8 Minuten 0,4 mm; nach 15 Minuten 0,41 mm.

Eine Bewegung wurde nur die ersten 3—5 Minuten hindurch wahrgenommen, sonst waren die Gregarinen unbeweglich.

0,1 Proz. NaOH. Eine Aktivität fehlt bei der Bewegung. Nach einigen Minuten tritt die Necrobiose ein. Es war unmöglich die mittlere Geschwindigkeit festzustellen, weil die Gregarinen sich sehr verschieden zu der Lösung verhielten. Darum halte ich es für zweckmäßiger, nur einige schon bestimmte Geschwindigkeitsgrößen anzugeben. Aus der Tabelle geht deutlich hervor, daß die Bewegung hier immer eine Vorwärtsbewegung ist und kurze Zeit dauert. Nur ausnahmsweise wurden bei einer *Julus* Gregarinen beobachtet, welche noch nach 35 Minuten eine Bewegung wahrnehmen ließen, sonst wird die Bewegung gewöhnlich viel früher eingestellt.

Digitized by Google

Minuten	Geschwindigkeitsgrößen verschiedener Gregarinen in 0,1 Proz. NaOH.								
2	0,48	0,35	0,4	0,3	0,31	0,15	0,6	0,35	0,33
3	0,31	0,15	0,2	0,35	0,05	0,14	0,1	0,1	0,2
4	0,1	0,02	—	0,35	0,01	0,1	—	—	—
5	0.11	0,01		0,4	—	0,12		—	
6	0,05	—		0,1		0,1		0,05	
7	0,04			—		0,11		0,07	
8	0,04					0,13		0,05	
9	0,05					0,05		0,02	
10	0.06					0,02		0,01	
11	0,04					0,02		0,01	
12	0,02					—		0,015	
13	0,01							0,01	
14	0,01							—	
15	0,02								
16	—								
	Vorwärtsbew. der Gregarinen	Vorwärtsbew. der Gregarinen	Vorwärtsbew. der Gregarinen	Vorwärtsbew. der Gregarinen	Vorwärtsbew. der Gregarinen	Rückwärtsb. der Gregarinen	Vorwärtsbew. der Gregarinen	Rückwärtsb. der Gregarinen	

0,05 Proz. NaOH. Diese Konzentration wirkt auf die Gregarinen weniger angreifend. Die Zahl der in Bewegung begriffenen Gregarinen ist starken Schwankungen unterworfen. In manchen Fällen steigt N-Proz. bis 90, in anderen sinkt sie bis 20. Eine Aktivität ist nicht vorhanden. Der Protomerit wird rasch aufgehellt und durchsichtig. Oft wird eine Rückwärtsbewegung wahrgenommen. Die Bewegung kann man bis zu 2—2 1/2 Stunden hindurch beobachten. Die normale Vorwärtsbewegung kann bei ein und derselben Gregarine durch eine Rückwärtsbewegung ersetzt werden und später wieder in eine Vorwärtsbewegung übergehen. Folgende Beispiele mögen zur Verdeutlichung des Gesagten dienen: Eine in 0,05 proz. NaOH-Lösung übergeführte Gregarine stellt ihre Bewegung ein. Nach 14 Minuten fängt sie an sich mit vorangehendem hinteren Körperende fortzubewegen. (Der Protomerit ist schon durchsichtig geworden.) Diese Bewegung dauert 6 1/2 Minuten.

15. Min. = 0,19 mm.
16. „ = 0,185 „
17. „ = 0,15 „
18. „ = 0,21 „
19. „ = 0,14 „
20. „ = 0,11 „

Nachher stellte die Gregarine ihre Bewegung wieder ein und blieb bis zu der 27. Minute bewegungslos, wobei sie etwas aufquoll.

Digitized by Google

Ihre ursprünglich 0,2 mm betragende Breite war nach 20 Minuten = 0,28 mm; von der 27. Minute an trat eine Bewegung mit vorangehendem vorderen Körperende ein. Die Bewegung dauerte 18 Minuten mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,23 mm in der Minute.

0,03 Proz. NaOH. Deutlich ausgeprägte Plasmaveränderungen treten nach 40—50 Minuten ein. Eine Aktivität ist nicht vorhanden. Viele Gregarinen bewegen sich mit vorangehendem hinteren Körperende. Diese Bewegung ist nicht immer streng geradlinig, sondern weicht oft mehr oder weniger von der geraden Richtung ab. (Siehe den I. Teil.) Die Bewegung wird während der ersten 6—7 Stunden wahrgenommen.

0,02 Proz. NaOH. Die Bewegung wird nach einigen Stunden (5) eingestellt. Bei einem Versuche ließen einige Gregarinen noch nach 15 Stunden eine Bewegung wahrnehmen: von 53 Gregarinen waren nur vier in Bewegung, drei Gregarinen von diesen zeigten eine sehr langsame Rückwärtsbewegung, die vierte dagegen eine echte Vorwärtsbewegung (0,05 mm = S_+). Eine aktive Bewegung war nicht vorhanden.

0,01 Proz. NaOH. Diese Lösung wirkt noch ungünstig auf die Gregarinen ein, indem frühzeitige Necrobiose eintritt, die Aktivität der Bewegung verschwindet und die Anzahl der Gregarinen mit Rückwärtsbewegung wird größer. Bei einigen Versuchen war die Bewegung der Gregarinen noch nach 20 Stunden zu beobachten, gewöhnlich aber wurde sie nach 8—10 Stunden eingestellt.

0,001 Proz. NaOH. In dieser Lösung steht die Geschwindigkeitskurve der Kurve in den normalen Lösungen von 1 Proz. NaOH. sehr nahe. Die Aktivität der Bewegung ist hier indessen zweifellos herabgesetzt, und es prävaliert die absolut „passiv-gleitende“ Bewegung. Die Necrobiose des Plasmas tritt bedeutend schneller ein.

Wirkung von NH_3.

Der Ammoniak wurde in 1 proz. NaCl. aufgelöst. Diese Lösung wirkt energischer und greift die Gregarinen stärker an als die NaOH-Lösung.

In einer 0,1 proz. NH_3-Lösung gehen die Gregarinen nach 2—3 Minuten zugrunde, wobei das Plasma einen deutlich ausgesprochenen körnigen Charakter annimmt.

In der 0,05 proz. Lösung von NH_3 wurde während der ersten Minuten eine Bewegung wahrgenommen. Nach 15 Minuten waren die meisten Gregarinen schon bewegungslos.

Digitized by Google

0,001 Proz. NH_3. In dieser Lösung können die Gregarinen nur ausnahmsweise einige Stunden am Leben bleiben. Erst in 0,0001 proz. NH_3-Lösung wird fast gar kein Einfluß auf die Bewegung mehr wahrgenommen. Nichtsdestoweniger ist hier die Aktivität auch herabgesetzt.

Hieraus schließen wir, daß durch die Alkaleszenz der Lösung folgende Erscheinungen zutage treten, welche wahrscheinlich in engem Zusammenhang zueinander stehen: 1. Das Verschwinden der Aktivität bei der Bewegung in den alkalischen Lösungen und der absolut „passiv-gleitende" Charakter dieser Bewegung. Kontraktionen der Myoneme, Zusammenziehungen, Einziehungen und Ausstreckungen des Protomerits wurden nicht wahrgenommen. 2. Die Alkaleszenz der Lösung ruft eine rasch auftretende Necrobiose hervor (in einer starken Lösung schon nach einigen Sekunden). 3. Als allgemeine Erscheinung wird eine Rückwärtsbewegung beobachtet. Darüber wurde schon im I. Teile meiner Arbeit ausführlich berichtet. Hier möchte ich aber nochmals die Tatsache hervorheben, daß die Rückwärtsbewegung nur bei den absolut passiven Gregarinen als Regel wahrzunehmen ist.

Einwirkung von Säuren auf die Bewegung der Gregarinen.

Im Gegensatz zu den alkalischen wird in den sauren Lösungen die Aktivität bei der Bewegung der Gregarinen nicht aufgehoben. Die Bewegung bleibt meistens eine kombinierte, mit deutlich ausgeprägter Aktivität. In alkalischen Lösungen tritt eine Necrobiose ein und bei starker Konzentration der Alkalien sogar ein Zerfließen des Tierkörpers. In sauren Lösungen wird etwas ähnliches nicht beobachtet. Es wurden von mir Lösungen von sehr starker Konzentration angewandt, so z. B. 2 proz. bis 5 proz. HCl; die Bewegung hört augenblicklich auf, aber irgendwelche äußerlich sichtbaren Plasmaveränderungen waren nicht zu bemerken. Auch nachdem die Gregarinen einige Stunden in der Säurelösung verweilt hatten, war die Konsistenz des Plasmas ebenso fest wie am Anfang des Versuches. Zur Verdünnung der Säuren wurde bei den Versuchen 1 proz. Kochsalzlösung verwendet. Die Versuche wurden bei einer Temperatur von 13—14 $^1/_2$ ^{0} C ausgeführt. Anfangs wollte ich die Geschwindigkeitsgrößen der Bewegung in sauren Lösungen in Kurven angeben, doch war dies nicht möglich, weil erstens, das Verhalten der Gregarinen zu den Säuren sehr verschieden war; zweitens, weil bei manchen Versuchen die Bewegung vollständig ausblieb, oder nur

Digitized by Google

einige wenige Gregarinen Bewegungen wahrnehmen ließen. Drittens endlich, weil in manchen Fällen die Bewegung eine zwar deutlich aktive aber keine fortschreitende war. Die Gregarinen zogen sich energisch zusammen, der Protomerit wurde eingezogen, dann wieder ausgestreckt; gleichzeitig blieb die Gregarine auf derselben oder fast auf derselben Stelle stehen. Unter solchen Umständen war es unmöglich die Geschwindigkeiten der Bewegungen auszurechnen. Es muß hier bemerkt werden, daß die Versuche mit den Säurelösungen (besonders mit HCl und mit $C_3H_4O_2$) sehr sorgfältig ausgeführt wurden; der Magensaft und die Epithelfetzen des Wirtstieres wurden entfernt, die Gregarinen mehrmals in 1 proz. NaCl ausgewaschen und erst 15 Minuten nach dem Präparieren wurde der Versuch eingeleitet (während dieser Zeit befanden sich die Gregarinen in 1 proz. Kochsalzlösung). Für jede Säurelösung wurden 15—20 Versuche angestellt.

Einwirkung von Salzsäure.

Lösungen von stärkeren Konzentrationen heben die Bewegung momentan auf (0,1—5 Proz.). Die bis dahin aktiv und rasch sich fortbewegenden Gregarinen stellen ihre Bewegung augenblicklich ein, wobei die Gestalt der Protisten bisweilen stark verändert wird (s. Fig. 11).

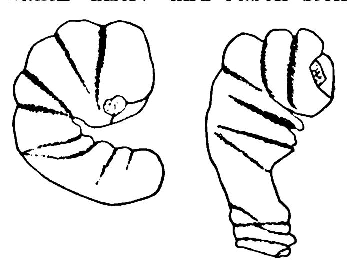


Fig. 11. *Stenophora juli* in sauren Medien × 100.

0,01 proz. HCl. Die Gregarinen stellen ihre Bewegung nach 10—20 Sekunden ein; bei einigen Versuchen aber blieb die Bewegung noch während der ersten 2—5 Minuten erhalten. Die Bewegung war hauptsächlich eine aktive und bestand aus fließender Bewegung der Plasmateilchen im vorderen Körperende der Gregarine.

0,001 proz. HCl. Bei vielen Versuchen hörte die Bewegung nach 30—50 Sekunden auf. Bei drei Versuchen ließen einige Gregarinen 10—20 Minuten lang eine Bewegung wahrnehmen, wobei diese letztere sich durch deutlich ausgeprägte Myonemenkontraktionen äußerte, aber zugleich eine fortschreitende war, mit geringer Abscheidung von Gallerte. Eine Gregarine zeigte während der dritten Minute der Beobachtung gar keine Bewegung mehr, im Laufe der 5. Minute stellten sich starke Myonemenkontraktionen ein. Die Gregarine legte in einer Minute den Weg von 0,02 mm zurück. In der 10. Minute der Beobachtung war die Geschwindigkeit schon

Digitized by Google

0,53 mm; im Laufe der 13. Minute war die Geschwindigkeit eine geringere geworden und betrug höchstens 0,027 mm; während der 15. Minute setzten sich die Kontraktionen fort, aber eine fortschreitende Bewegung war nicht vorhanden. Im Laufe der 17. Minute trat Gestaltsveränderung ein, die Gregarine nahm eine ovale Form an, Bewegungserscheinungen waren nicht zu beobachten. Im Durchschnitt trat der Stillstand nach 1—2 Minuten ein, so war es wenigstens bei 90 der untersuchten Gregarinen der Fall. Necrobiose war nicht zu konstatieren.

0,00025 proz. HCl. Bei dieser Konzentration war eine Bewegung nach 30—40 Minuten nur als Ausnahme wahrzunehmen. Bei den meisten Versuchen hörte die Bewegung schon nach wenigen Minuten (2—5) auf. Die aktive Bewegung war hier die dominierende. Eine Necrobiose des Plasmas war in den meisten Fällen nicht zu beobachten.

0,001 proz. HCl. Die Bewegung war während der ersten 25—35 Minuten zu beobachten. Bei einigen Versuchen aber hörte die Bewegung nach 2—3 Minuten auf, im Gegensatz zu anderen Versuchen, wo die Bewegung 55—60 Minuten fortdauerte. N-Proz. war stets sehr gering. Eine deutlich ausgeprägte Aktivität war dabei vorhanden. Rückwärtsbewegungen waren nicht zu sehen. S betrug für die ersten 10 Minuten durchschnittlich 0,35—0,18 mm in der Minute.

0,00001 proz. HCl. Bewegung war einige Stunden zu beobachten, in manchen Versuchen 7—8 Stunden, in anderen die ersten 2—3 Stunden. Diese Bewegung unterscheidet sich nicht von der Bewegung der Gregarinen, die zur Kontrolle in 1 proz. Kochsalzlösung gebracht sind.

Einwirkung von Salpetersäure.

Stärkere Konzentrationen (0,1—5 proz. HNO_3) wirken analog den konzentrierten Salzsäurelösungen. Die Bewegung hört momentan auf. Plasmaveränderungen finden nicht statt usw.

0,05 proz. HNO_3. In 0,05 proz. Salzsäurelösung wird die Bewegung der Gregarinen augenblicklich aufgehoben, in 0,05 proz. Salpetersäure ist jedoch bisweilen noch nach 5—10 Minuten eine Bewegung wahrzunehmen. Bei einem Versuche ließen vier Gregarinen im Laufe der ersten 10 Minuten eine Bewegung wahrnehmen. Bei einem anderen Versuche ließen zwei Gregarinen die ersten 6 Minuten Bewegung wahrnehmen. Bei den übrigen Versuchen hörte die Bewegung schon während der ersten Minute, zuweilen sogar augenblicklich auf. Die beobachtete Bewegung war eine fort-

Digitized by Google

schreitende mit kräftigen Myonemenkontraktionen, die Geschwindigkeit der Bewegung zeigte starke Variationen.

0,01 proz. HNO_3. Oft hört die Bewegung augenblicklich auf. Durchschnittlich sind nach 2—3 Minuten 85 Proz. der Gregarinen bewegungslos. Drei Versuche haben abweichende Resultate ergeben, indem hier 5—25 Minuten lang eine Bewegung zu beobachten war (bei 10 Exemplaren). Beim ersten Versuche waren 7 Gregarinen im Laufe der ersten 20 Minuten in Bewegung begriffen (eine Gregarine war 5 Minuten in Bewegung, zwei Gregarinen 6 Minuten, eine Gregarine 8 Minuten, eine 9 Minuten, eine 13 Minuten und eine letzte 20 Minuten). Bei dem zweiten Versuche waren bei der einen Gregarine nach 28 Minuten Kontraktionen vorhanden, während die andere die Bewegung nach 13 Minuten einstellte.

Bei dem dritten Versuche ließ eine Gregarine 23 Minuten lang eine Bewegung wahrnehmen. Dabei ergab sich eine interessante Kurve, die ich hier anführe.

1	Min.	0						
2	„	S = 0		schwache	Kontraktionen	der	Myoneme.
3	„	S = 0,057	mm	„	„	„	„
4	„	S = 0,21	„	„	„	„	„
7	„	S = 0		„	„	„	„
9	„	S = 0,008	„	stärkere	„	„	„
10	„	S = 0,305	„	„	„	„	„
13	„	S = 0,017	„	schwache	„	„	„
15	„	S = 0,012	„	„	„	„	„
17	„	S = 0		„	„	„	„
18	„	S = 0		„	„	„	„
20	„	S = 0,009	„	„	„	„	„
22	„	S = 0		„	„	„	„
23	„	S = 0		„	„	„	„
24	„	—		unbeweglich.			

Dieser Versuch zeigt uns, daß die Kontraktionen der Myoneme noch nicht eine fortschreitende Bewegung veranlassen, und daß die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung von der Anwesenheit der Myonemenkontraktionen nicht abhängig ist. Die Zahl der in Bewegung begriffenen Gregarinen ist meist eine geringe, nach 10—20 Minuten schon eine ganz geringe, oder sie fehlt vollständig. Die Geschwindigkeit ist im Durchschnitt eine bedeutend große und schwankt für die ersten 10 Minuten zwischen 0,25 mm und 0,45 mm in der Minute. Dabei ist eine kombinierte, oder eine nur aktive Bewegung wahrnehmbar.

Digitized by Google

0,001 proz. HNO_3. Eine aktive Bewegung ist oft vorhanden, zuweilen auf derselben Stelle. Gregarinen mit passiver Bewegung sind auch vorhanden, gewöhnlich aber in viel geringerer Anzahl als solche mit aktiver Bewegung. Die Bewegung bleibt 1—2 Stunden wahrnehmbar, meist aber hört sie bedeutend früher auf.

0,0001 proz. HNO_3. Bei einigen (wenigen) Versuchen hörte die Bewegung nach 10—20 Minuten auf, bisweilen sogar noch rascher; meistens aber dauerte die Bewegung die ersten 1 - 2 Stunden an. Hier, wie auch in 0,001 proz. HNO_3 wurde ein Überwiegen der aktiven über die passive Bewegung beobachtet, wobei die erstere bisweilen 3—5 Stunden fortdauerte.

0,00001 proz. HNO_3. Die Bewegung der Gregarinen in dieser Lösung läßt keinen Unterschied von der Bewegung in normaler 1 proz. Kochsalzlösung wahrnehmen. In den Lösungen von Salpetersäure war als seltene Erscheinung das eigentümliche Zucken der Gregarinen zu beobachten, von welchem schon im ersten Teil dieser Arbeit die Rede war.

Einwirkung von Ameisensäure.

Die Lösungen dieser Säure greifen die Gregarinen etwas weniger an, als die Lösungen anderer Säuren. In schwachen Lösungen von CO_2H_2 ließ sich eine für diese Säure charakteristische Erscheinung wahrnehmen, nämlich eine aktive Bewegung ohne Fortschreiten.

Diese Erscheinung ist zwar nicht als eine allgemeine anzusehen, donnoch kommt sie ziemlich oft vor. Wie ich schon früher bemerkte, wird sie bisweilen auch bei Anwendung anderer Säurelösungen beobachtet.

In dieser Säure ist die Aktivität der Gregarinen stark ausgeprägt, eine Abscheidung von Gallerte ist jedoch nicht zu bemerken; das hintere Körperende bleibt oft unbeweglich und es kontrahiert sich hauptsächlich der Protomerit. Der letztere wird eingezogen, wieder ausgestreckt, zeigt wellenförmige Plasmaströmungen, mit einem Worte, er führt eine Unmenge der verschiedensten Bewegungen aus, die nach Crawley zu denjenigen gehören, welche die fortschreitende Bewegung der Gregarinen bedingen, deren Resultat seiner Meinung nach die Gallertausscheidung ist.

0,5 proz. und höhere Konzentrationen lassen die Bewegung augenblicklich aufhören, wobei keinerlei äußerlich sichtbare Plasmaveränderungen zu bemerken sind.

0,1 proz. CH_2O_2. Die Bewegung hört augenblicklich auf. Zweimal wurde jedoch eine Bewegung wahrgenommen, und zwar bei

Digitized by Google

einem Versuche während der ersten 4 Minuten (2 Gregarinen), bei dem anderen während der ersten 10 Minuten (1 Gregarine). Die Bewegung war eine durchaus aktive und bestand aus Strömungen der Plasmateilchen im vorderen Körperende der Gregarine.

0,01 proz. CH_2O_2. Bei einem Versuche hörte die Bewegung schon nach 2—3 Minuten auf. Im allgemeinen war die Bewegung nur die ersten 5—10 Minuten hindurch zu beobachten, indem nach 10 Minuten nur noch wenige Gregarinen (4 Proz.) in Bewegung waren.

0,001 proz. CH_2O_2. Bei drei Versuchen wurde die Bewegung nach 10—15 Minuten eingestellt. Bei den übrigen Versuchen aber dauerte die Bewegung 1—2 Stunden an. Manchmal war eine Bewegungserscheinung wahrzunehmen, welche sich in nachstehender Weise äußerte: die Gregarine krümmte sich, streckte sich wieder aus, wobei sie annähernd auf der gleichen Stelle blieb. Oft rollte sich die Gregarine wie ein Wurm zusammen, befestigte sich mit dem vorderen an das hintere Körperende und erstarrte in dieser Stellung. Zuweilen trat bei solchen zusammengerollten Gregarinen die Gallerte aus und dann stellte sich eine zirkuläre, rotierende Bewegung auf einer und derselben Stelle ein.

0,0001 proz. CH_2O_2. Eine Bewegung wird die ersten 2—4—6 Stunden hindurch beobachtet, bisweilen aber hört die Bewegung bedeutend früher auf. Der Charakter der Bewegung war analog derjenigen bei der vorhergehenden Lösung.

0,00001 proz. CH_2O_2. Ein schädlicher Einfluß der Ameisensäure in dieser Konzentration war überhaupt nicht wahrzunehmen. Die Gregarinen bewegten sich darin ebenso wie in 1 proz. Kochsalzlösung.

Einwirkung von Essigsäure.

Im Gegensatz zu den anderen Säuren wird durch die Essigsäure die Aktivität der Bewegung stark beeinträchtigt. Die stärkeren Konzentrationen von CH_3COOH (0,1 proz. und höhere) bringen jede Bewegung augenblicklich zum Stillstand.

0,01 proz. $C_2O_2H_4$. Fast immer hört die Bewegung während der ersten 2—3 Minuten auf, zuweilen aber schon nach einigen Sekunden. Nur ausnahmsweise wurde bei einem Versuche im Laufe der 13. Minute, und bei einem anderen im Laufe der 18. Minute (1 Gregarine) eine Bewegung wahrgenommen.

0,0035 proz. $C_2H_4O_2$. Die Bewegung wird rasch aufgehoben, oft schon nach einigen Sekunden. Ein Stillstand tritt durchschnittlich

Digitized by Google

erst nach 3—5 Minuten ein. Bei zwei Versuchen dauerte die Bewegung bedeutend länger. Von 30 beobachteten Gregarinen ließen bei einem Versuche 5 Gregarinen im Laufe der 10. Minute, 3 Gregarinen während der 15. Minute und eine während der 21. Minute eine Bewegung wahrnehmen. Bei einem anderen Versuche, wobei 42 Gregarinen beobachtet wurden, ließen 7 Gregarinen in der 8. Minute eine Bewegung wahrnehmen, 3 Exemplare bewegten sich noch während der 14. Minute und bei einem trat erst während der 19. Minute ein Stillstand ein.

0,001 proz. $C_2O_2H_4$. Bei manchen Versuchen trat der Stillstand im Laufe der 10.—15. Minute ein, in anderen Fällen erst im Laufe der 25.—35. Minute. Als Ausnahme wurden einmal 2 Gregarinen beobachtet, die im Laufe der 45. Minute noch eine Bewegung zeigten. Die Aktivität sinkt rasch, manchmal schon während der 1. Minute. Bei einem Versuche konnte man beobachten, daß vor der Säureeinwirkung 80 Proz. der Gregarinen eine aktive Bewegung wahrnehmen ließen (bei 14,5° R), 3 Minuten nach Einwirkung der 0,001 proz. Essigsäure aber war die Prozentzahl der in aktiver Bewegung begriffenen Gregarinen bis zu 15 herabgesunken; nach 7 Minuten ließen nur einige wenige Gregarinen eine passive Bewegung wahrnehmen (bis 10 Proz. der Gesamtzahl). Die Bewegung war überhaupt eine sehr langsame. Bei einigen Versuchen blieb die Geschwindigkeit im Laufe der ersten 5 Minuten durchschnittlich nicht größer als 0,15 mm in der Minute, nach 5 Minuten war die Geschwindigkeit eine noch geringere geworden und während der 10. Minute war die Geschwindigkeit bis 0,073 mm herabgesunken. Eine Rückwärtsbewegung war nicht wahrzunehmen.

0,0001 proz. $C_2O_2H_4$. Eine Bewegung war meist während 35—45 Minuten beobachtet worden (bei 5 Versuchen). Bei drei Versuchen stellten die Gregarinen ihre Bewegung schon im Laufe der 5. Minute ein. Bei den anderen vier Versuchen ließ ein Teil der Gregarinen noch bis zu der 25.—30. Minute eine Bewegung wahrnehmen und bei den zwei übrigen Versuchen waren die Gregarinen noch nach 1 Stunde in Bewegung begriffen. Die Bewegung war dabei eine kombinierte; eine Rückwärtsbewegung war nicht zu beobachten. Eine Necrobiose wurde meist gar nicht beobachtet.

0,00001 proz. $C_2O_2H_4$. Eine Bewegung wurde einige Stunden hindurch (bis 10 Stunden) beobachtet. Bei vier Versuchen dauerte die Bewegung nur 2 Stunden an. Der Charakter der Bewegung war derselbe wie in normaler 1 proz. Kochsalzlösung.

Die sauren Lösungen wirken demnach auf die Gregarinen und

Digitized by Google

ihre Bewegung ganz anders ein, als die alkalischen. 1. In den sauren Lösungen bleibt die Aktivität der Bewegung erhalten und die aktive Bewegung ist sogar als die dominierende anzusehen. 2. Eine Necrobiose des Plasmas tritt gewöhnlich später ein, oft bleibt sie vollständig aus. 3. Eine Rückwärtsbewegung wird in den sauren Lösungen gewöhnlich gar nicht beobachtet. Die Ursachen dieses verschiedenen Verhaltens der Gregarinen gegen saure und alkalische Medien sind noch nicht vollständig aufgeklärt. Wir können hier nur eine Vermutung aussprechen: Durch die Säuren wird die gallertartige Substanz zweifellos verändert, sie wird zäher und tritt deutlicher hervor. Oft konnte man sehen, wie eine Gregarine, die in schwache Lösung von Ameisensäure verbracht wurde, eine so starke Verklebung des vorderen mit dem hinteren Körperende aufwies, daß sie sich trotz aller Kontraktionen des Protomerits doch nicht wieder ausstrecken konnte. Andererseits scheint die gallertartige Substanz in der alkalischen Lösung weniger klebrig zu sein. Wenn die Gregarine sich in einer alkalischen Lösung fortbewegt, so werden fast gar keine Tuschekörnchen, die gewöhnlich an der Gallerte anhaften, hinter ihr hergezogen (s. I. Teil). Die Gallertfäden selbst sind gar nicht zu sehen, und ihre Anwesenheit kann auch nicht nachgewiesen werden.

Saure Lösung:	Gallertartige Substanz tritt deutlicher hervor.	Die Bewegung ist eine aktive.	Necrobiose verzögert oder gar nicht vorhanden.
Alkalische Lösung:	Gallertartige Substanz ist nicht so deutlich zu sehen.	Die Bewegung ist eine passive.	Eine rasch auftretende Necrobiose.

Wenn wir die Geschwindigkeitsgrößen der Bewegung in alkalischen und in sauren Medien miteinander vergleichen, so sehen wir: 1. daß saure Lösungen die Bewegung viel rascher aufhalten als die alkalischen. Nehmen wir z. B. Lösungen von 0,01 proz. NaOH und 0,01 proz. HCl (in 1 proz. NaCl). In der ersteren Lösung können die Gregarinen mehrere Stunden sich fortbewegen, in der zweiten aber wird die Bewegung augenblicklich aufgehoben. Da das Verhältnis der beiden Molekulargewichte (des NaOH und des HCl) gleich 1,095 ist, so erweist es sich, daß die sauren Lösungen fast zehnmal so stark auf die Gregarinenbewegung einwirken wie die alkalischen (von den alkalischen Lösungen wird erst durch die 0,1 proz. NaOH die Bewegung aufgehoben, wobei letztere nach einigen Minuten oder sofort aufhört. 2. In alkalischen Lösungen wird mit der Zeit eine regelmäßige Verminderung der Geschwindigkeit (S) wahrgenommen,

Digitized by Google

im Gegensatz zu den sauren Lösungen, wo solch eine Regelmäßigkeit nicht zu konstatieren ist und wo die Geschwindigkeitskurve verschiedene Schwankungen darbietet. 3. In alkalischen Lösungen ist die Anzahl der in Bewegung begriffenen Gregarinen (N proz.) eine unbedingt größere als in sauren Lösungen.

Literatur.

1) Barrat: Die Reaktion des Protoplasmas in ihrem Verhältnis zur Chemotaxis. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 4 1904.

2) Bokorny: Einige vergleichende Versuche über das Verhalten von Pflanzen und niederen Tieren gegen basische Stoffe. Arch. f. Physiol. Bd. 59.

3) —: Vergleichende Studien über die Giftwirkung verschiedener chemischer Substanzen bei Algen und Infusorien. Arch. f. Physiol. Bd. 64.

4) Garrey: The effect of ions upon the aggregation of flagellated Infusoria. Amer. Journ. of Physiol. Vol. 3.

5) Jennings: Reactions to chemical, osmotic and mechanical stimuli in the ciliate Infusoria. Journ. of Physiol. Vol. 21.

6) Loeb: Über die physiologische Wirkung von Alkalien und Säuren in starker Verdünnung. Arch. f. Physiol. Bd. 73.

7) Prowazek: Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen). Leipzig (1910).

8) Zumstein: Zur Morphologie und Physiologie der Euglena gracilis. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 34.

III. Teil.

Einwirkung von Salzen auf die Bewegung der Gregarinen.

Als Untersuchungsobjekte wurden Gregarinen verwendet, welche im Darm von *Stenophora juli* parasitieren. Die cytologischen Veränderungen, die sich im Kern und im Plasma der Gregarinen unter der Einwirkung der Salze vollziehen, möchte ich nicht näher besprechen, sondern werde mich auf die Besprechung der Frage über die Wirkung der Salze auf den Charakter der Bewegung der Gregarinen beschränken. Die äußeren Veränderungen des Tierkörpers und die damit im Zusammenhang stehenden Fragen werden bei dieser Gelegenheit auch kurz besprochen werden.

Es sei zuvor bemerkt, daß die Gregarinen sich nicht immer in gleicher Weise zu denselben Lösungen verhalten. So konnte man in 1 proz. NaOH-Lösung gleichzeitig unbewegliche Exemplare und daneben andere mit lebhafter Bewegung wahrnehmen. Diese Erscheinung war auch von Schewiakoff beschrieben worden (1894).

Digitized by Google

Im Charakter der Bewegung — passiv oder aktiv — war eine große Mannigfaltigkeit zu beobachten. In den meisten *Julus*, welche im September gesammelt und erst im November desselben Jahres seziert worden waren, wurden Gregarinen aufgefunden, welche passive Bewegung zeigten. In den Exemplaren von *Julus*, welche erst im November gesammelt wurden, fand sich eine große Prozentzahl von Gregarinen mit aktiver Bewegung. Ein Teil der *Julus* wurde mit Kohl, ein anderer Teil mit faulenden Blättern gefüttert. Im Innern der letzteren fanden sich öfters Gregarinen mit passiver Bewegung. Daraus war zu schließen, daß der Charakter der Bewegung des Parasiten bis zu einem gewissen Grade von der Nahrung des Wirtes abhängig ist. Wahrscheinlich spielt hier nicht nur die Qualität, sondern auch die Quantität der Nahrung eine Rolle.

Für meine Untersuchungen wurden nur molekuläre Salzlösungen verwendet. Ich wollte mir klar machen, ob eine Plasmolyse bei den Gregarinen möglich ist, und beabsichtigte auch den osmotischen Druck im Körper der Gregarinen festzustellen. Meine Untersuchungen wurden bei einer Temperatur von 14—16° R angestellt, und nur einige Versuche mußten bei etwas niederer Temperatur (12—12½° R) ausgeführt werden.

Die Lösungen wurden fast jeden Tag frisch zubereitet, die Konzentration der Lösungen nach Raul berechnet.

Einwirkung von NaCl.

4,1 proz. NaCl. Nach 1–2 Minuten wird die Bewegung aufgehoben. Der Zellkörper der Gregarine bleibt stark kontrahiert und es läßt sich eine Längsstreifung an demselben wahrnehmen.

2,94 proz. NaCl. Nach 15–40 Minuten, mitunter schon nach 2–5 Minuten stellen die Gregarinen ihre Bewegung ein. Der Zellleib fast aller Gregarinen wird stark kontrahiert. Eine Ablösung des Plasmas von der Cuticula war nicht zu bemerken. Es trat eine deutliche Längsstreifung hervor.

Die Gregarinen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 0,15—0,13 mm (die ersten 10 Minuten). Die Bewegung war immer eine passive.

2,35 proz. NaCl. Bei dieser Konzentration verlieren die Gregarinen die Fähigkeit sich aktiv zu bewegen. Passive Bewegungen können dagegen noch 2—5 Stunden fortdauern. Auch nach 8—10 stündigem Verweilen in dieser Salzlösung war noch immer keine Ablösung wahrzunehmen. Fast die gleichen Resultate haben auch meine anderen

Digitized by Google

Versuche ergeben. Ein geringer Unterschied besteht in den Größen von S, S_+, S_- und N proz., doch erscheint es mir überflüssig, dieselben hier mitzuteilen, weil die Geschwindigkeitskurven aus den Durchschnittszahlen meiner gesamten Versuche (für diese Konzentration) zusammengestellt wurden.

1,76 proz. NaCl. Die Befähigung zur aktiven Bewegung verschwindet sehr rasch, und nur als Ausnahme waren noch nach 15—20 Minuten in Bewegung begriffene Gregarinen wahrzunehmen. Auch nach einem 20 stündigen Verweilen der Gregarinen in der genannten Lösung waren keine der Plasmolyse ähnliche Bilder wahrzunehmen. Die Bewegung dauerte 10—12 Stunden.

Die Anzahl der Gregarinen mit Rückwärtsbewegung und derjenigen mit Vorwärtsbewegung festzustellen ist uns unmöglich, indem es öfters vorkommt, daß eine Gregarine, welche erst Rückwärtsbewegung zeigte, nach 5 Minuten schon eine Vorwärtsbewegung wahrnehmen ließ. Es ist klar, daß die Prozentzahl der einen und der anderen Gregarinen sehr veränderlich sein muß.

Aus den oben angeführten Versuchen geht die interessante Tatsache hervor, daß die Gregarinen längere Zeit, mitunter mehrere Stunden, in 1,7—2,5 proz. Kochsalzlösung weiter leben und sich fortbewegen können, doch wird dabei keine Plasmolyse wahrgenommen. Aus meinen weiteren Versuchen konnte festgestellt werden, daß bei schwächeren Konzentrationen von NaCl (so z. B. bei 1,07—0,58 usw.) Gregarinen angetroffen wurden, bei denen das Plasma von der Cuticula abgelöst zu sein schien (s. Fig. 9). Solche Gregarinen waren in bedeutender Anzahl (bis 50 Proz.) vorhanden, ohne daß eine bestimmte Abhängigkeit ihrer Zahl von der Konzentration der Salzlösungen festzustellen war. In anderen Fällen aber war die Anzahl solcher Gregarinen bis auf Null gesunken. Bei näherer Prüfung dieses eigentümlichen Befundes wurde mir klar, daß von einer Plasmolyse, im engeren Sinne des Wortes, bei den Gregarinen gar nicht die Rede sein kann. Pin Teil des Ectoplasmas samt den Myonemen wird von der Cuticula nicht abgetrennt, sondern es löst sich nur das körnige Endoplasma von der Cuticula ab (Fig. 10). Das losgelöste Endoplasma zeigt keine glatten Ränder, sondern dieselben sind zackig, oft wie zerrissen. Es ist mir auch niemals gelungen solche Gregarinen durch Überführen in Lösungen von anderer Konzentration oder in reines Wasser wieder in den ursprünglichen normalen Zustand zurückzuführen; solche Gregarinen blieben immer bewegungslos. Ob wir hier eine Erscheinung des Absterbens, oder irgendeine andere kompliziertere Erscheinung vor uns haben, bleibt

Digitized by Google

noch unaufgeklärt. Jedenfalls ist diese Erscheinung keine Plasmolyse, wenn wir darunter folgendes verstehen wollen: „Ablösung des Protoplasten von seiner Hülle“ (R. Höber S. 49). „Wird eine ausgewachsene Zelle in eine starke Salzlösung gebracht, so löst sich bekanntlich der lebendige Plasmaschlauch von der Zellhaut los, und zieht sich auf ein kleineres Volumen zusammen, indem der von ihm umschlossene Zellsaft Wasser an die umgebende Salzlösung abgibt. Je schwächer die eindringende Lösung, um so geringer ist diese Kontraktion oder die Plasmolyse“ (H. de Veiss S. 435).

1,17 proz. NaCl. Bei dieser Konzentration sehen wir dieselben Resultate wie bei 1 proz. Kochsalzlösung. Man wird überhaupt sagen können, daß die kleinen, 0,1—0,15 Proz. betragenden Unterschiede in der Konzentration fast gar keine Änderungen in der Bewegung der Gregarinen hervorrufen können. — Einige Gregarinen waren noch nach $2^1/_2$ Tagen in Bewegung; gewöhnlich aber sind sie schon nach 2 Tagen abgestorben. In der einen Hälfte meiner Versuche zeigten 5—35 Proz. aller Gregarinen eine Ablösung des Endoplasmas.

1 proz. NaCl. Diese Lösung ist als die für die Gregarinen günstigste anzusehen. Hier bleibt die Aktivität der Bewegung am längsten erhalten, die Gregarinen können längere Zeit leben ohne sich zu verändern. Die Bewegung dauerte 48 Stunden.

0,58 proz. NaCl. Nicht nur durch diese Konzentration, sondern auch durch noch höhere, wie z. B. von 0,65 Proz, wird die aktive Bewegung der Gregarinen beträchtlich eingeschränkt.

Gregarinen mit abgelöstem Endoplasma waren oft in großer Anzahl vorhanden. Es wurden von mir vier Versuche mit 0,58 proz. NaCl. angestellt, wobei der eine derselben bei einer Temperatur von 12 ° R ausgeführt wurde. Die Bewegung dauerte 24 Stunden.

Bei schwachen Konzentrationen tritt die Necrobiose sehr rasch ein. Die ersten wahrnehmbaren Plasmaveränderungen konnten oft schon am Ende der ersten Stunde beobachtet werden. Auf Grund der angeführten Versuche können folgende weitere Schlußfolgerungen gezogen werden:

1. S und N proz. stehen in Abhängigkeit von η (der Konzentration des Chlornatriums) und von t (der seit dem Anfang des Versuches vergangenen Zeit) und sind zweifellos als Funktionen dieser beiden Größen anzusehen.

2. S und N proz. nehmen dem η direkt proportional an Größe ab (wenn $\eta < 1$ proz. NaCl).


Digitized by Google

3. Die Zahl der Gregarinen mit abgelöstem Endoplasma ist nicht von t und η abhängig, sondern sie ist nur als rein zufällig anzusehen.

4. Die Aktivität der Bewegung sinkt rasch mit der Erhöhung und Erniedrigung der normalen (nach Raul) Konzentration 1 proz. NaCl.

5. Rückwärtsbewegung wird bei verschiedener Konzentration des Kochsalzes wahrgenommen und ist als eine ziemlich allgemeine Erscheinung anzusehen. S_- ist durchschnittlich immer kleiner als S_+.

Einwirkung von KCl.

Die Wirkung von KCl ist mit derjenigen von NaCl identisch. Es wurden von mir isotonische Lösungen von NaCl und KCl angewendet und dabei ganz übereinstimmende Resultate erzielt. Es war ganz unmöglich irgendwelchen Unterschied in der Wirkung dieser beiden Salzlösungen festzustellen.

Einwirkung von $CaCl_2$.

4,4 proz. $CaCl_2$. Eine Bewegung war während der ersten 15 bis 20 Minuten zu beobachten, wobei oft nicht nur eine passive, sondern auch eine aktive Bewegung festgestellt werden konnte. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist oft ziemlich groß, im Durchschnitt 0,5—0,4 mm in der Minute. Eine Ablösung des Endoplasmas war nicht zu konstatieren.

3,3 proz. $CaCl_2$. Die Bewegung ist oft eine aktive. Bei einigen Gregarinen wurde eine Zusammenziehung des Endoplasmas beobachtet. Die Ränder des kontrahierten Endoplasmas waren nicht glatt, sondern gleichsam zerrissen. Die Myonemenschicht blieb im Zusammenhang mit der Cuticula. Eine Rückwärtsbewegung wurde als Ausnahme nur bei einem Versuche wahrgenommen. Im ganzen wurden 8 Versuche angestellt. Bei einigen Versuchen zeigten die Gregarinen gar keine Bewegung, weshalb auch N-Proz. (welches die Durchschnittszahl aller Versuche angeben soll) ganz gering bleibt. Die Bewegung hört oft schon während der ersten Stunde auf, in einigen Versuchen aber dauerte die Bewegung 2—2½ Stunden.

2,2 proz. $CaCl_2$. Die aktive Bewegung bleibt lange Zeit erhalten. Durch die ringförmigen Einschnürungen wird die Gestalt der Gregarine stark verändert. Oft nimmt der Körper eine schöne, regelmäßig wellenförmige Gestalt an. Die Necrobiose tritt sehr spät ein. Eine Rückwärtsbewegung wird höchst selten beobachtet. Oft bewegt sich die Gregarine gar nicht, allein ringförmige Ein-

Digitized by Google

schnürungen — zweifellose Anzeichen des Lebens — sind vorhanden, der Protomerit ist schwach, bisweilen auch stark eingezogen, oder nach einer Seite gebogen. Nur selten waren Gregarinen mit abgelöstem Endoplasma anzutreffen. Die Bewegung war 6—7 Stunden zu beobachten.

1,1 proz. $CaCl_2$. Diese Lösung muß als Optimum für die Bewegung der Gregarinen angesehen werden. Noch nach 24 Stunden habe ich eine aktive Bewegung beobachtet. Ebenso wie in 2,2 proz. $CaCl_2$ nehmen die Gregarinen verschiedene Formen an (auch Wellenform u. a.). Die Rückwärtsbewegung wird ebenso selten beobachtet wie dort, und zwar nur bei den Gregarinen mit passiver Bewegung. Im ganzen wurden von mir 9 Versuche angestellt, darunter zwei bei einer Temperatur von 12° R. Bei einigen Versuchen dauerte die Bewegung bis zu 36 Stunden an, meist aber hörte sie schon nach 24 Stunden auf.

In der $CaCl_2$-Lösung sinkt also bei Erhöhung der t die Aktivität der Bewegung nicht so rasch und verschwindet nicht bei Erhöhung oder Verminderung der Konzentration der Salze.

Einwirkung von $MgCl_2$.

Isotonische Lösungen von $MgCl_2$ wirken, wie unsere Untersuchungen zeigen, ebenso wie die $CaCl_2$-Lösungen. Für die $CaCl_2$-Lösung haben wir, wie aus den Versuchen hervorgeht, dieselben Verhältnisse zwischen S, η und t, wie bei NaCl.

Aus den Versuchen sehen wir: 1. daß bei Anwesenheit von Chlorcalcium in der Lösung die Myonemenkontraktionen, wie auch die ringförmigen Einschnürungen stärker werden — kurz gesagt, wie die Aktivität bei der Bewegung eine größere wird. 2. Daß in Chlorcalciumlösung die Veränderungen des Protoplasmas bei den Gregarinen später eintreten und schwächer als in NaCl-Lösung ausgeprägt sind.

Einwirkung von Saccharum lactis.

5,1 proz. Saccharum lactis. Eine Bewegung fehlt fast vollständig. Die Necrobiose tritt sehr bald ein. Bisweilen tritt schon nach wenigen Minuten das Plasma aus dem Protomerit aus. Eine Ablösung des Endoplasmas war nicht zu sehen. Als Ausnahme waren bei einem Versuche Gregarinen zu beobachten, welche nach $1^1/_2$ Stunden noch eine Bewegung wahrnehmen ließen (mit einer Geschwindigkeit von 0,2 und 0,015 in der Minute). Die Aktivität wird nach einigen Sekunden aufgehoben.

Digitized by Google

3,4 proz. Saccharum lactis. Plasmaveränderungen treten sehr rasch zutage, und zwar schon während der ersten 5—10 Minuten. Bisweilen war ein Ausfließen des Plasmas aus dem Protomerit zu beobachten. Die Bewegung konnte 2—3 Stunden wahrgenommen werden. Die Aktivität verschwindet fast augenblicklich. Wie dies aus der Tabelle zu ersehen ist, scheint S proz. sehr unbedeutend zu sein. In manchen Versuchen zeigten die Gregarinen gar keine Bewegungserscheinungen.

1,7 proz. Saccharum lactis. Dieselben für die Lactose eben charakteristischen Erscheinungen waren auch hier zu konstatieren. Eine rasch auftretende Necrobiose. Aktivität nicht vorhanden. Die Prozentzahl der in Bewegung begriffenen Gregarinen ist eine sehr geringe. Hier mögen noch einige Worte über die beim Leben auftretende Braun'sche Bewegung der Plasmakörner hinzugefügt werden: für die Lactose und besonders für die alkalischen Salze scheint eine während des Lebens auftretende Braun'sche Bewegung der Körner im Innern des Körpers der Gregarine charakteristisch zu sein. Es ist sehr wohl möglich, daß diese Erscheinung als ein Zeichen des Todes angesehen werden muß. Nur in seltenen Fällen ließen solche Individuen längere Zeit hindurch eine Bewegung wahrnehmen. Die Bewegung kann bis zu 8 Stunden andauern.

1,14 proz. Saccharum lactis. In dieser Lösung können die Gregarinen noch längere Zeit hindurch ihre Bewegungsfähigkeit beibehalten. In den meisten Fällen stellten die Gregarinen indessen auch in dieser Lösung ihre Bewegung rasch ein. Bei einigen Versuchen aber dauerte die Bewegung längere Zeit an. Die Aktivität der Bewegung verschwindet fast augenblicklich. Die Necrobiose tritt rasch ein. Rückwärtsbewegung wird nur als Ausnahme beobachtet. Eine Ablösung des Entoplasmas war nicht zu beobachten. In dieser Lösung wird eine charakteristische Erscheinung wahrgenommen: aus dem Protomerit, und zwar stets aus dem vorderen Ende desselben, tritt das Plasma des Protomerits hervor, oder richtiger gesagt es wird aus demselben herausgeschleudert. Diese Erscheinung und ihre Ursachen kann ich mir nicht erklären, doch muß die Ursache dieser Erscheinung jedenfalls in der Differenz des osmotischen Druckes gesucht werden. Die Bewegung wurde bis zu 20 Stunden beobachtet.

0,68 proz. Saccharum lactis. Eine Bewegung war nur während der ersten 2—3 Stunden zu beobachten. Nach einigen Minuten trat eine Veränderung im Plasma ein. Die mittleren Geschwindigkeitsgrößen „S“ betrugen im Laufe der 1. Stunde = 0,2 mm, im Laufe der

Digitized by Google

2. Stunde = 0,25 mm, im Laufe der 3. Stunde = 0,03 mm. Diese plötzliche Steigerung der Geschwindigkeit im Laufe der 2. Stunde muß meiner Ansicht nach als reine Zufälligkeit angesehen werden.

Wir können demnach nochmals hervorheben, daß in Saccharum lactis die aktive Bewegung nicht erhalten bleibt. Die Größe des N proz. hängt fast gar nicht von der Konzentration — η — der Lösung ab. Die Geschwindigkeitskurven der Bewegung in verschiedenen Lösungen zeigen große Übereinstimmung miteinander. Die günstigsten Konzentrationen für die Gregarinen sind 1,1—1,7 proz.

Einwirkung von Mischungen von NaCl, $CaCl_2$ und Saccharum lactis.

Es wurden von mir verschiedene Mischungen aus NaCl, $CaCl_2$ und Lactose zusammengestellt. Bei Anwesenheit der letzteren in mehr als 0,5—0,8 Proz. wird die Aktivität der Bewegung aufgehoben, N proz. und S herabgesetzt. Weiter unten führe ich einen Versuch an, welcher interessante Resultate ergeben hat.

Die Zusammensetzung der Mischung war folgende:

1,17 proz. NaCl
0,55 „ $CaCl_2$
0,85 „ Saccharum lactis.
Temperatur = 16,6° R.

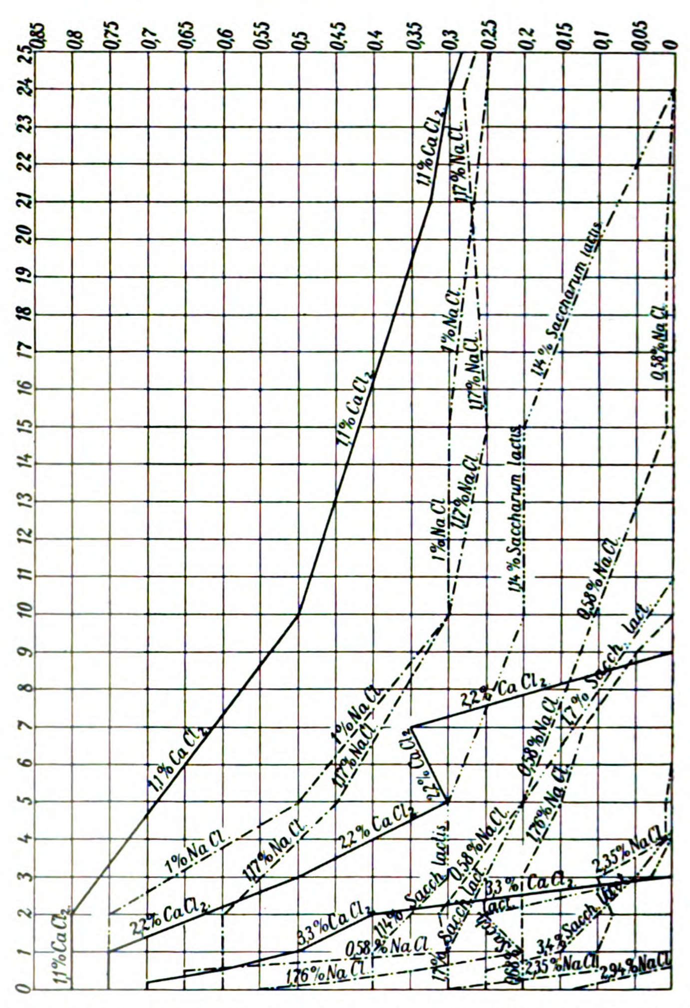
Vor Anfang des Versuches zeigten die Gregarinen eine stark ausgeprägte Aktivität. Es wurden 6 Portionen von Gregarinen (ungefähr 40—50 Exemplare) aus 6—7 verschiedenen *Julus* verwendet. In 2 Portionen wurde bemerkt, daß 40 - 50 Proz. aller Gregarinen nach einigen Stunden (10 - 15) eine längliche oder runde Form angenommen hatten, wobei die Cuticularschicht, wie dies auf der Zeichnung zu sehen ist, sich stark verdickt und die ganze Gregarine das Aussehen einer Einzelcyste angenommen hat. Das Plasma behielt sein äußerlich normales Aussehen bei. Der Versuch wurde mit 5 verschiedenen Portionen von Gregarinen wiederholt. In 2 Portionen von diesen 5 wurde bei 30 Proz. Gregarinen wiederum dasselbe Bild wahrgenommen.

Allgemeine Anmerkungen.

Auf Grund der von mir dargestellten Tatsachen habe ich Geschwindigkeitskurven für die Bewegung der Gregarinen in Lösungen von NaCl, $CaCl_2$ und Lactose konstruiert. Aus den beigelegten Tabellen ersehen wir, daß die Lösungen, welche die Bewegung der

Digitized by Google

Gregarinen am besten unterhalten, die folgenden sind: erstens 1,1 proz. $CaCl_2$, 1 proz. NaCl und 1,17 proz. NaCl. Hierauf kommt 0,58 proz. NaCl und 1,14 proz. Lactose. Hieraus ersehen wir, daß für die Bewegung der Gregarinen durchaus nicht die isotonischen



Kurve der Geschwindigkeit für die Bewegung der Gregarinen bei verschiedener Konzentration: NaCl, $CaCl_2$ und *Saccharum lactis*.

1 proz. Kochsalzlösungen als die besten anzusehen sind. Wie ich nachgewiesen habe, wird durch das Eintreten der Necrobiose die Bewegung noch lange nicht aufgehoben, was noch deutlicher aus dem II. Teil meiner Arbeit zu ersehen ist. Andererseits wird

Digitized by Google

bei unbeweglichen Gregarinen oft keine Necrobiose wahrgenommen. Durch eine Reihe von Beobachtungen, die ich hier nicht näher bespreche, weil sie schon im I. Teil beschrieben sind, bin ich zu dem Schlusse gekommen, daß die Bewegung der Gregarinen direkt von der gallertartigen Schicht abhängig ist, eigentlich von dem Zustande, in welchem sich dieselbe befindet.

Es drängen sich nunmehr einige Fragen auf.

Warum tritt die Necrobiose ein? Warum verändert sich das Aussehen des Plasmas in verschiedenen Konzentrationen von Lactose, auch in 0,58 proz. und 1,7 proz. und anderen Chlornatriumlösungen? Und warum endlich ist die Necrobiose in sauren Lösungen von 1 proz. NaCl und in Chlorcalcium so stark verzögert, in alkalischen Lösungen von 1 proz. NaCl dagegen beschleunigt?

Die Cuticula der Gregarinen kann als eine halbdurchlässige Membran angesehen werden, welche durch die gallertartige Substanz angefeuchtet wird. Zweifellos muß der osmotische Druck als einer der Faktoren der vorliegenden Erscheinung angesehen werden; noch wichtiger scheint mir aber die Veränderung der die halbdurchlässige Membran benetzenden Substanz zu sein, welche die letztere von seiten des äußeren Mediums erfährt. Dieses ist aus meiner Arbeit leicht zu ersehen. In den Lösungen von Lactose löst sich die gallertartige Substanz rasch auf und damit wird auch ein rascher Austausch zwischen der Lactose und dem Plasma der Gregarine ermöglicht; als Folge hiervon tritt eine Veränderung der inneren Struktur des Protisten und die damit im Zusammenhange stehende Necrobiose ein. Auch in Kochsalzlösung konnte beobachtet werden, daß die gallertartige Substanz, als ein Produkt der Ausscheidung, bei veränderter Ernährung der Gregarinen ebenfalls verändert wird, worauf schon im I. Teil meiner Arbeit hingewiesen wurde. Bei den meisten *Julus* wurden von mir Gregarinen aufgefunden, bei denen die gallertartige Substanz sich rasch in 1 proz. NaCl auflöste. Wenigstens wurden die Gallertspuren hinter der sich fortbewegenden Gregarine nur in einer Entfernung von höchstens 0,1—0,2 mm vom hinteren Körperende gefällt. Nur in einigen *Julus* wurden Gregarinen aufgefunden, bei denen die gallertartige Substanz von der normalen ganz verschieden zu sein schien, und wo die Gallertspuren in einer Distanz von 0,5—0,6 mm vom hinteren Körperende sich fällen ließen. Eben diese Gregarinen waren es, die eine bedeutendere Widerstandsfähigkeit an den Tag legten, und eine große Prozentzahl von Gregarinen ergaben, die noch nach 48 Stunden in Bewegung begriffen waren.

In Chlorcalcium geht die Auflösung der Gallertspuren beträchtlich

Digitized by Google

langsamer vor sich — und wir sehen auch, daß die Necrobiose hier mit einer Verspätung eintritt oder zuweilen sogar vollständig ausbleibt.

Aus dem II. Teile meiner Arbeit „Über die Einwirkung von Säuren und Alkalien“ ersehen wir, daß die alkalischen Medien eine rasche Necrobiose hervorrufen, wobei die Gregarinen an Umfang zunehmen. In sauren Lösungen dagegen wird das Eintreten der Necrobiose verzögert oder letztere tritt überhaupt nicht ein.

Es ist uns auch bekannt, daß der Charakter der Bewegung, welcher vom Zustande der gallertartigen Substanz abhängt, in sauren und alkalischen Lösungen ein ganz verschiedener ist. Im Gegensatz zu den sauren Lösungen, wo die aktive Bewegung vorwiegt und wo eine aktive Bewegung ohne Fortschreiten wahrgenommen wird, bleibt in den alkalischen Lösungen die Vorwärts- wie auch die Rückwärtsbewegung ausschließlich passiv (s. den I. und II. Teil). Interessant sind auch die Versuche über die Bewegung der Gregarinen in destilliertem Wasser. Die Versuche sind sorgfältig ausgeführt worden, wobei die Gregarinen durch eine Reihe von Schalen mit destilliertem Wasser geführt wurden.

1.	Destilliertes Wasser.	Die Necrobiose tritt nach 3—8 Minuten ein.
2.	Destilliertes Wasser durch KOH etwas alkalisch gemacht.	Die Necrobiose tritt immer rasch ein, oft schon nach einigen Sekunden.
3.	Destilliertes Wasser mit HCl leicht angesäuert.	Die Necrobiose wird recht verzögert.

Um die Wirkung der Salze auf das Eintreten der Necrobiose zu veranschaulichen, teile ich hier eine Tabelle mit.

Konzentration der Lösung	Zeit des Eintretens der Necrobiose	Veränderung der gallertartigen Substanz
1,76 proz. NaCl.	Nach 30 Min. bis 2 Stunden, bisweilen noch später.	Wird durch Tanninsäure in einer Entfernung von 0,2 bis 0,35 mm vom hinteren Körperende gefällt.
1,1 proz. NaCl.	Durchschnittlich nach 2—5 Stunden, bisweilen etwas früher. Selten später.	Wird durch Tanninsäure in einer Entfernung von 0,1 bis 0,3 mm, bisweilen aber gar nicht gefällt.
0,58 proz. NaCl.	Durchschnittlich nach 30 Min. bis 1 Std. 30 Min., nur selten später.	Es ist nicht gelungen, dieselbe durch Tanninsäure zur Fällung zu bringen.
5,1, 3,4, 1,7 und 1,14 proz. Lactosen.	Rasch eintretende Necrobiose. Bisweilen schon nach einigen Sekunden.	Es ist nicht gelungen, dieselbe durch Tanninsäure zu fällen.
2,1 und 1,1 proz. $CaCl_2$.	Eine Necrobiose fehlt, oder tritt erst spät ein.	Wird durch Tanninsäure gut gefällt, bisweilen schon in einer Entfernung von 0,3 bis 0,9 mm.

Digitized by Google

Wir gelangen somit zu der These, die wir gewissermaßen schon apriori voraussetzen konnten, daß nämlich die durch äußere Einflüsse bedingte Veränderung der Substanz, welche die halbdurchlässige Membran benetzt, eine große Rolle bei der Diffusion mitspielt, und daß der osmotische Druck, bei all seiner großen Wichtigkeit, hier im Organismus der Gregarinen doch nur eine untergeordnete Rolle spielt. Wenn auch bei manchen Tieren die Gesetze des osmotischen Druckes nach MASART, VASUDA usw. dieselben sind, wie bei den pflanzlichen Zellen, so scheint doch bei anderen Tieren der eigene Chemismus eine wichtigere Rolle zu spielen als die Konzentration (wie dies VASUDA gezeigt hat). Was bedeutet nun eigentlich das Ablösen des Endoplasmas bei den Gregarinen, welches ich beschrieben und nicht als eine Plasmolyse anerkannt habe? BALBIANI, in seiner Arbeit über den osmotischen Druck bei den Infusorien (1898), bezeichnet die Plasmolyse bei den Tieren durch den Ausdruck „Plasmorrhyse, qui exprime l'aspect ridé que présent la cellule rétractée“. Doch scheint dieses Ablösen, richtiger gesagt dieses Abreißen des Endoplasmas bei den Gregarinen etwas ganz anderes zu sein als die Plasmorrhyse, und hat auch mit derselben, wie es scheint, nichts gemeinsames.

Literatur.

1) BALBIANI: Etude sur l'action des sels sur les Infusoires. Arch. d'Anat. Micr. T. 2.

2) GARBOWSKI: Gestaltsänderung und Plasmolyse. Arch. f. Protistenk. Bd. IX.

3) HAMBURGER: Über den Einfluß chemischer Verbindungen auf Blutkörperchen im Zusammenhang mit ihren Molekulargewichten. Arch. f. Anat. u. Phys., Physiol. Abt., 1886.

4) —: Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medizinischen Wissenschaften. 1902.

5) HAMMARSTEN: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1904.

6) HÖFER: Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe. 1906.

7) FLORENTIN: Etudes sur la faune des meres salées de Lorraine. Ann. de Sc. Nat. T. 10.

8) JENNINGS: Studies on reactions to stimuli in unicellular Organisms. Journ. Ph. Camb. Vol. 21.

9) MASART: Sensibilité à la concentration chez les êtres unicellulaires. Bull. Ac. Belg. (3) T. 22.

10) —: Sensibilité et adaptation des organismes à la concentration des solutions salines. Arch. de Biol. T. 9.

11) PROWAZEK: Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen). 1910.

12) SCHEWIAKOFF: Über die Ursache der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58.

Digitized by Google

13) Vasuda: On the accomadation of some Infusoria to the solutions of certain substances in various concentrations. Ann. Zool. Japon. Vol. 1 1897.

14) de Vries: Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 14.

IV. Teil.

Einfluſs der Temperatur auf die Bewegung der Gregarinen.

Als Untersuchungsobjekt benutzte ich die Gregarinen, welche in den Larven von *Tenebrio molitor* L. parasitieren, hauptsächlich *Gregarina polymorpha.* Die Bewegung dieser Gregarine ist eine passive, obschon ein gut entwickelter Myocit vorhanden ist (siehe Berndt 1903).

Die Untersuchungen wurden auf einem heizbaren Objekttisch (nach Stricker) ausgeführt.

Ein Wärmeverlust ist hierbei immer vorhanden, weshalb wir auch nicht von einer absoluten Genauigkeit reden können; ein Fehler von $^1/_2$—1 Grad ist immer möglich. Die Gregarinen wurden in 1 proz. NaCl verbracht. Die Bewegung wurde auf einem Objektträger unter einem mit Wachsfüßchen versehenen Deckgläschen beobachtet.

Die meisten Gregarinen verhalten sich in folgender Weise den Temperatureinwirkungen gegenüber: Bis zu einem bestimmten „Optimum“ wird die Geschwindigkeit immer größer; ist dieses Optimum überschritten, so sinkt die Geschwindigkeit und bei Eintreten eines bestimmten Maximum wird die Bewegung vollständig aufgehoben.

Als Beispiel mögen meine hier angeführten Versuche dienen:

Versuch I.

Anfang des Präparierens 9 Uhr 57 Min.
Anfang des Versuches 10 „ 10 „

Einzelne Gregarine.

Bei	10° C	ist die	Geschwindigkeit	in 1	Min.	(im Durchschnitt)	0,0381	mm
„	17° „	„ „	„	„ 1	„	„ „	0,0692	„
„	23° „	„ „	„	„ 1	„	„ „	0,143	„
„	28° „	„ „	„	„ 1	„	„ „	0,2943	„
„	30° „	„ „	„	„ 1	„	„ „	0,2805	„
„	35° „	„ „	„	„ 1	„	„ „	0,0943	„
„	38° „	„ „	„	„ 1	„	„ „	0,021	„
„	39,5° C	„	„	„ 1	„	„ „	—	

Digitized by Google

Versuch II.

Anfang des Präparierens 11 Uhr 5 Min.
Anfang des Versuches 11 „ 20 „

Zwei gleich große Gregarinen im Sizygium.

Bei 8° C ist die Geschwindigkeit in 1 Min. (im Durchschnitt) 0,0135 mm
„ 10° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0137 „
„ 12° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0136 „
„ 16° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0138 „
„ 18° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0231 „
„ 21° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0503 „
„ 23° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0679 „
„ 25° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0737 „
„ 27° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0935 „
„ 29° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0602 „
„ 31° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0615 „
„ 33° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0453 „
„ 36° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0397 „
„ 38° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,015 „
„ 40° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ —

Versuch III.

Anfang des Präparierens 10 Uhr 50 Min.
Anfang des Versuches 11 „ 7 „

Zwei Gregarinen im Sizygium.

Bei 10° C ist die Geschwindigkeit in 1 Min. (im Durchschnitt) 0,033 mm
„ 15° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,038 „
„ 20° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,045 „
„ 23° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,015 „
„ 25° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ —

nach 15 minutigem Stillstand

Bei 20° C ist die Geschwindigkeit in 1 Min. (im Durchschnitt) 0,0615 mm
„ 24° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,015 „
„ 26° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ —

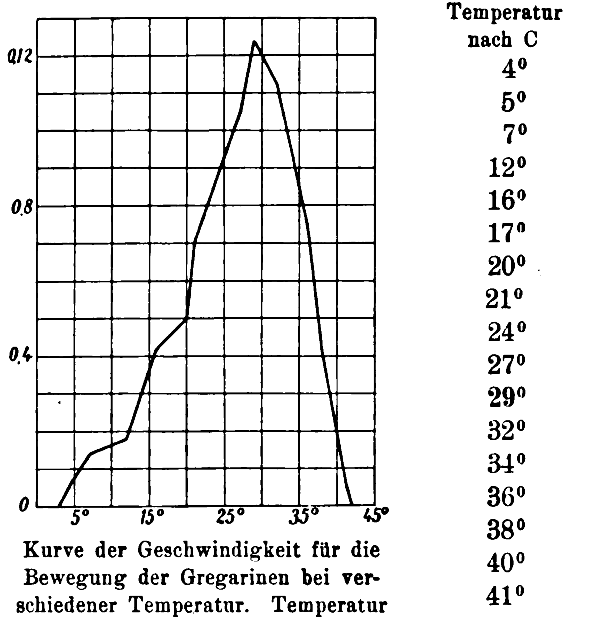
nach 23 minutigem Stillstand

Bei 18° C ist die Geschwindigkeit in 1 Min. (im Durchschnitt) 0,0534 mm
„ 21° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0633 „
„ 24° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0745 „
„ 26° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ 0,0775 „
„ 28° „ „ „ „ „ 1 „ „ „ —

Digitized by Google

Wir haben also drei verschiedene Typen der Temperatureinwirkung vor uns. Die meisten Gregarinen folgen dem 1. Typus.

Die unten mitgeteilte Tabelle gibt uns die gesamten mittleren Geschwindigkeitsgrößen für die Bewegung der Gregarinen.



Kurve der Geschwindigkeit für die Bewegung der Gregarinen bei verschiedener Temperatur. Temperatur nach C.

Temperatur nach C	Die Geschwindigkeitsgrößen in mm
4°	—
5°	0,0163
7°	0,0281
12°	0,0352
16°	0,084
17°	0,0881
20°	0,1032
21°	0,143
24°	0,176
27°	0,209
29°	0,249
32°	0,223
34°	0,195
36°	0,15
38°	0,085
40°	0,03
41°	0,0151
42°	—

Auf Grund dieser Tabelle habe ich die beistehende Geschwindigkeitskurve der Bewegung bei verschiedener Temperatur konstruiert. Es ist dies eine charakteristische Kurve mit deutlich ausgeprägtem Optimum. Die maximale Geschwindigkeit der Bewegung wird bei 25—30° C erreicht. Bei niedriger Temperatur werden Zuckungen wahrgenommen. Dieses Phänomen wurde von mir schon im I. Teil meiner Arbeit „Über die Bewegung der Gregarinen“ besprochen, und ist zweifellos als eine Folgeerscheinung der Veränderung der gallertartigen Substanz anzusehen. Längeres Verweilen bei einer Temperatur von über 30—32° C übt eine verderbliche Wirkung auf die Gregarinen aus. Äußerlich sichtbare cytologische Plasmaveränderungen werden bei mittlerer Temperatur (24—28°) nicht wahrgenommen.

Literatur.

1) Berndt: Beiträge zur Kenntnis der im Darme der Larve von Tenebrio molitor lebenden Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.

Digitized by Google

2) KUSCHAKEWITSCH: Beobachtungen über vegetative, degenerative und germinative Vorgänge bei den Gregarinen des Mehlwurms. Arch. f. Protistenk., Suppl. 1907.

3) LÉGER et DUBOSCQ: Nouvelles recherches sur les Grégarines et l'épithélium intestinal des Trachéates. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.

4) PFEFFER: Untersuchungen über die Gregarinen im Darme der Larve von Tenebrio molitor. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.

Allgemeine Schlussfolgerungen.

Die gallertartige Substanz wird von *Stenophora juli* in Form eines Bündels unregelmäßig angeordneter dünner Fäden abgeschieden.

Die gallertartige Substanz von *Stenophora juli* wird, im Gegensatz zu der Annahme von SCHEWIAKOFF, in 1 proz. NaCl rasch aufgelöst.

Bei der Fortbewegung der Gregarinen bilden sich große Klumpen aus zusammengeklebten Karminkörnern, die hinter der Gregarine nachgeschleppt werden.

Diese Tatsachen berechtigen uns, die Erklärung der Bewegung durch einen anwachsenden Gallertstiel zurückzuweisen und die Hypothese von SCHEWIAKOFF als unannehmbar anzusehen.

Die vergleichende Übersicht der Bewegung verschiedener Gregarinen gibt uns die Möglichkeit, die fortschreitende Bewegung mit der Abscheidung der gallertartigen Substanz in direkten Zusammenhang zu bringen.

Die „Aktivität" der Gregarinen ist eine nicht konstante Erscheinung: bei längerem Verweilen der Gregarinen in Salzlösungen wie auch in alkalischen Medien verschwindet die Aktivität und die Bewegung wird zu einer ausschließlich passiv-gleitenden. Irgendwelche Kontraktionen der Myoneme sind nicht wahrzunehmen. Im letzteren Falle wird bisweilen eine Rückwärtsbewegung beobachtet.

Diese Rückwärtsbewegung ist eine Erscheinung von dem gleichen Typus wie die Vorwärtsbewegung und ist der passiv-gleitenden Bewegung sehr ähnlich.

In sauren Medien wird zuweilen eine „Aktivität ohne Fortgleiten" wahrgenommen (die Gregarine bleibt auf derselben Stelle).

Auf Grund der vorliegenden Tatsachen können wir mit Sicherheit folgenden Satz aussprechen: Die fortschreitende Bewegung der Gregarinen ist als die Folge und nicht als Ursache (wie CRAWLEY meint) der Abscheidung der gallertartigen Substanz anzusehen.

Digitized by Google

Die Hypothese von Crawley ist demnach unannehmbar. Zweckmäßig erscheint die Hypothese (als eine Arbeitshypothese), wonach die fortschreitende Bewegung der Gregarinen durch die Kraft der Reaktion erklärt wird, welche bei der Abscheidung der gallertartigen Substanz entsteht.

Bei den Gregarinen wird weder eine Plasmolyse noch eine Plasmorrhyse wahrgenommen.

Als diejenige günstigste Lösung, in welcher die Gregarinen das Optimum und das Maximum ihrer Geschwindigkeit erreichen, ist 1—1,1 proz. NaCl und 1,1 proz. $CaCl_2$ anzusehen.

Verschiedene Lactoselösungen wirken auf die Gregarinen in verhältnismäßig gleicher Weise ein.

Von allen Lösungen von KNO_3 ist die 1 proz. KNO_3-Lösung die günstigste für den Aufenthalt der Gregarinen.

Als beste Lösungen für die Gregarinen sind durchaus nicht die isotonischen Lösungen anzusehen.

Aus diesem Grunde kann auch der osmotische Druck nicht als ein hauptsächlicher Faktor angesehen werden.

Die gallertartige Substanz ist in den Lösungen von $CaCl_2$ am schwersten löslich, hierauf in den sauren Lösungen von 1 proz. NaCl; am leichteten löst sich dieselbe in Lactose und in Alkalien.

Die Necrobiose des Plasmas tritt bei den Gregarinen am schnellsten in alkalischen Lösungen und in Lactose auf; in $CaCl_2$ und in sauren Lösungen tritt dieselbe später ein, oder sie fehlt vollständig.

Darum muß die Necrobiose als eine direkte Funktion der Löslichkeit der gallertartigen Substanz in den betreffenden Medien angesehen werden.

Optimum der Geschwindigkeit der *Gregarina polymorpha* 28—29° C, Maximum 40—42° C, Minimum 4—5° C.

Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Königl. Institut für Infektionskrankheiten „Robert Koch“ zu Berlin, Protozoenabteilung.)

Über Kernteilung und Fortpflanzung von *Monas gelatinosa* n. sp.

Von
Dr. Kurt Nägler.

(Hierzu Tafel 15 und 1 Textfigur.)

Von dem Bestreben geleitet, die Kernteilung freilebender Protisten möglichst an Vertretern verschiedenster Gruppen eingehender, als dies bisher von verschiedenen Autoren geschehen ist, zu untersuchen, war es mir vergönnt, in einem Aquarium unseres Institutes in der dichten Kahmhaut unter anderen äußerst zahlreiche Flagellaten zu finden, die der Gattung *Monas* angehören. Im Verlaufe der Untersuchungen stellte sich heraus, daß die Kernteilung dieser Form wiederum nach einem interessanten und neuartigen Typus verläuft, der in mancher Beziehung mit dem kürzlich bei *Chilomonas paramaecium* (Nägler 1912) beschriebenen übereinstimmt und in phylogenetischer Hinsicht wertvollen Aufschluß über die Beziehungen der sonst recht primitiven Monaden zu den Chrysomonaden und Cryptomonaden gibt.

Die untersuchte Art wurde zunächst für *Monas vulgaris* oder *Monas guttula* gehalten, eventuell auch an *Monas sociabilis* Meyer gedacht, da die Individuen in größeren Anhäufungen zu finden waren. Beim Verlauf der Untersuchung stellte sich nun heraus, daß die einzelnen Individuen von einer Gallerthülle umgeben sind, die besonders deutlich auf Delafield-Präparaten zu erkennen ist. Da keiner der früheren Autoren, die über *Monas*-Arten gearbeitet haben, diesen Umstand erwähnt, so glaube ich dieses charakteristische

Digitized by Google

Merkmal hervorheben zu müssen durch Aufstellung einer neuen Art: *Monas gelatinosa.* LEMMERMANN (1910) gibt in seiner Cryptogamenflora der Mark Brandenburg (Algen I) eine Bestimmungstabelle der bisher bekannten 9 Arten und gründet die Unterscheidung einzelner Arten auch auf das Vorkommen oder Nichtvorkommen des sogenannten Mundstriches, der auch als Mundsaum oder Mundleiste bezeichnet wird. Er soll vorhanden sein bei *Monas vulgaris, vivipara* und *amoebina.* Seine Bedeutung bleibt unklar. Über die eventuelle Beziehung dieses Mundstriches der früheren Autoren zu der Basalplatte siehe weiter unten.

Monas gelatinosa trat zeitweise in enormen Mengen in der Kahmhaut auf, die ferner nur noch *Limax*-Amöben, Stylonichien, Vorticellen und *Chilodon* enthielt. Die aufgelegten Deckglaspräparate enthielten alle Formen gleich gut fixiert. Die Monaden lagen meistens in größeren Anhäufungen verteilt. Als ich nach einigen Wochen wieder die Kahmhaut untersuchte, fehlten die Monaden fast völlig, sie waren zum größten Teil von Rotatorien aufgefressen worden. Das Wasser des Aquariums war frisch aufgefüllt worden, so daß es den Anschein erweckt, als ob eine starke Vermehrung der Monaden nur in einer ziemlich alten Kahmhaut möglich ist. Die Grundproben, die nach Cysten untersucht wurden, enthielten wenig Cysten, dagegen sehr viel Rotatorien und Vorticellen, die wohl beim Auffüllen des Wassers und Zerstörung der dichten Kahmhaut mit den reichen Kolonien der Monaden in Berührung kamen und nun das Vernichtungswerk begannen. Jedenfalls lehrt uns diese Beobachtung wieder, das scheinbare plötzliche und unerklärliche Verschwinden mancher Protistenformen in kausalem Zusammenhang mit dem Auftreten anderer Formen zu bringen. Es spielt sich auf diese Weise, wie ich dies schon in der *Chilomonas*-Arbeit geschildert habe, ein Cyclus des Auftretens der saproben Lebewelt ab, der in Veränderungen des Mediums und dem Kampfe ums Dasein, d. h. um die Nahrung, seine Erklärung findet. Eine Form löst gewissermaßen die andere ab und es bleibt dem Forscher vorbehalten, hier experimentell die günstigsten Bedingungen für das jeweils gebrauchte Material zu suchen. [1])

---

[1]) Gerade im Hinblick auf abzuhaltende Kurse und Demonstrationen empfiehlt es sich ganz außerordentlich, mehrere Aquarien ständig bereit zu halten, diese wochenlang zu kontrollieren und durch Abänderung der äußeren Bedingungen das gewünschte Material sich in reicher Auswahl su verschaffen. Denn gerade bei freilebenden Protisten, deren Verhältnisse stets denen der verwandten parasitären Formen vorausgeschickt werden sollten, ist ein reiches Material unerläßliche Be-


Digitized by Google

Monas gelatinosa liegt gewöhnlich in größeren Anhäufungen zusammen; jedes einzelne Individuum ist dann von einer dünnen Gallerthülle umgeben, die auf DELAFIELD-Präparaten besonders deutlich in Erscheinung tritt (Fig. 2, 3, 23). Die Beweglichkeit dieser Kolonien bildenden *Monas* scheint herabgesetzt zu sein, die Individuen, die lebhaft umherschwimmen, sind verhältnismäßig wenige. Die sessile Form ist gewöhnlich abgerundet, kann aber auch, wie bereits SENN angibt, ein fadenförmiges Pseudopodium am Hinterende besitzen, zuweilen auch durch einen Plasmafaden befestigt sein. Derartige Formen sind von KENT als *Physomonas* bezeichnet worden. Die beweglicheren Formen nehmen etwas ovale Gestalt an, können unter Umständen manchmal sogar längsgestreckt erscheinen.

Die Gallerthülle ist sehr fein und daher bei den Figuren, die nach HEIDENHAIN-Präparaten gezeichnet sind, infolge fortgeschrittener Differenzierung nicht mehr sichtbar. Bei der Zellteilung wird die Gallerthülle einfach mit durchgeschnürt (Fig. 23). Die Größe beträgt etwa 10 μ. Eine große kontraktile Vacuole liegt meist im vorderen Körperende.

Die Kernteilungs- und Geißelverhältnisse sind aus den Arbeiten PROWAZEK's (1903) über *Monas guttula* und *vivipara* und DANGEARD's (1910) über *Monas vulgaris* nur ungenügend bekannt, letzterer Autor hat offenbar ähnliche Verhältnisse bei der *Monas vulgaris* zum Teil unrichtig gedeutet. Des weiteren sind seine Figuren in unzureichender Weise wiedergegeben und machen einen schematischen Eindruck. Beginnen wir also mit dem normalen Bau des Kernes und der Geißelinsertion!

Der Kern ist von einer mehr oder weniger ausgeprägten Kernmembran umgeben, enthält im Innern der Kernsaftzone Außenchromatin in Form deutlicher Körner und einen zentralen großen Binnenkörper. Die Details des Kernbaues, z. B. auch das Außenchromatin, treten nur auf DELAFIELD-Präparaten mit aller Klarheit hervor. Nach der Peripherie spitzt sich die Kernmembran kegelförmig zu und umschließt den Geißelansatz und den Rhizoplast, der bis zum Caryosom reichen kann. Auf HEIDENHAIN-Präparaten ist erstens die Kernmembran nicht deutlich sichtbar, ferner gewinnt man ein unzureichendes Bild des ganzen Kernapparates mit dem Geißelansatz, der in seiner Gesamtheit als Zygoplast bezeichnet werden mag.

dingung. Erst ein zuverlässiges Kulturverfahren setzt uns instand, jedem die Möglichkeit eines raschen Einarbeitens und genauer Kenntnis auch der abweichenden Formen zu geben. Daß damit auch das Interesse an der Protistenkunde, die gerade hinsichtlich sehr vieler experimenteller Probleme des Lebens noch viel verspricht, sich mehrt, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen.

Digitized by Google

Die Stelle, die an der Kegelbasis des Zygoplasten liegt, scheint chromatische Substanz zu enthalten, denn sie färbt sich stets nach Heidenhain tief dunkel, während die seitlichen Kanten des Zygoplasts im Längsschnitt vollkommen farblos bleiben. Dadurch gewinnt man dann den Eindruck einer der Kernmembran nach oben zu aufgelagerten chromatischen Platte, der noch ein chromatisches Korn, das Basalkorn, vorgelegt sein kann (Fig. 1). Da diese chromatische Platte bei der Kernteilung funktionellen Anteil gewinnt, aber auf Grund ihres Verhaltens im ruhenden Kern und ihrer Entstehung nicht mit den Polplatten bei der Kernteilung der *Limax*-Amöben identifiziert werden darf, so möchte ich sie als **Basalplatte** im Hinblick auf die Geißelinsertion bezeichnen.

Die Anzahl der Geißeln kann variieren. Oft ist nur eine Geißel erkennbar (wie in Fig. 1 u. 3), die teils im Basalkorn [1]), das vor der Basalplatte liegt, endet, teils noch durch den Rhizoplast mit dem Caryosom in Verbindung steht. Gewöhnlich sind zwei Geißeln vorhanden, die ohne erkennbares Basalkorn in der Basalplatte enden. Wie Prowazek und Dangeard angeben, ist die eine lange als Hauptgeißel, die kurze als Nebengeißel anzusehen. Ja es kann noch eine zweite Nebengeißel vorhanden sein (Fig. 2), wie ich in Übereinstimmung mit Stein bestätigen kann.

Damit wäre wohl das wesentliche über den normalen Bau des Kernes und der Geißelinsertion, die also in gewisser Weise an die der Mastigamoeben erinnert, gesagt und es erübrigt sich noch, auf die Angaben früherer Autoren kurz einzugehen.

Ähnliche Verhältnisse beschreibt Prowazek (1903) bei *Monas guttula*. „Der Zygoplast besitzt einen mannigfachen Aufbau. Oft sitzt ihm die Geißel mit einem Basalkorn oben an und von diesem setzt sich noch eine Fibrille (der Rhizoplast, der den Zygoplast förmlich durchbohrt und von ihm mantelartig umgeben wird) gegen den Kern fort.“ Die Beziehungen des Zygoplasts zur Kernmembran äußern sich darin, daß „er bei der Teilung von einer konischen Vorwölbung der Kernwand selbst, die sich später mit einer entgegenstrebenden Verdichtung der Zellperipherie verbindet, gebildet wird.“ Bei *Monas vivipara* ist der Zygoplast biskuitförmig.

Nach Dangeard (1910) liegen die Verhältnisse bei *Monas vulgaris* folgendermaßen: „Les deux flagellums sont insérés au même point sur un petit nodule colorable inclus dans la couche corticale ou

[1]) Die Bezeichnung Dangeard's für das Basalkorn „Blepharoplast“ ist bei den Monaden unzweckmäßig, denn es handelt sich nicht um einen zweiten Kern.

Digitized by Google

ectoplasme; le noyau se trouve à une faible distance au-dessous du blépharoplast (Basalkorn!); il est relié à celui-ci par un cordon chromatique plus ou moins épuis qui représente le rhizoplast.“

Beide Autoren haben die Basalplatte mit ihrer funktionellen Bedeutung für die Kernteilung nicht beobachtet, beide stimmen in der Konstatierung eines Basalkornes überein.

Ich vermute deshalb, daß wir es bei *Monas gelatinosa* mit abweichenden Verhältnissen zu tun haben, und daß dabei aus der Basalplatte sich erst sekundär auch ein sogenanntes Basalkorn differenzieren kann. Wie wir weiter sehen werden, ist es bei der Teilung meistens nicht zu verfolgen, erst auf späteren Zelldurchschnürungsstadien (Fig. 25) wird es manchmal morphologisch getrennt von der Basalplatte sichtbar.

Bei höher entwickelten Flagellatenformen tritt dann das Basalkorn deutlicher in Erscheinung, z. B. auch in Diploform als sogenanntes Diplosom. Es bleibt immerhin beachtenswert, daß sowohl Prowazek wie auch Dangeard bei den von ihnen untersuchten Monaden nur von einem Basalkorn sprechen, trotzdem beide auch von zwei Geißeln reden. Gewöhnlich entspringt doch jede Geißel aus einem dazu gehörenden Basalkorn.

Allerdings sagt Dangeard auf p. 144: „Nous avons trouvé exceptionellement chez un individu deux blépharoplastes (Basalkörner!) ce qui correspondait à un écartement anormal de deux flagellums.“ Er rechnet also mit anormalen Verhältnissen, während wir wohl nur von variierenden Verhältnissen sprechen können. Dies tritt nun im Verlauf der Teilung noch weiterhin deutlich hervor und bestärkt mich in der Ansicht, daß bei der Ausbildung der Organellen (Energiden) und ihrer Teilung verschiedene Möglichkeiten vorliegen können, die erst bei höher differenzierten Formen eine gewisse Konstanz erreichen.

Bei der nun zu beschreibenden Fortpflanzung durch Zweiteilung möchte ich zunächst die Kernteilung gesondert zur Darstellung bringen.

Den Beginn der Kernteilung kann man besonders an Individuen, die nach Heidenhain gefärbt sind, erkennen. Denn noch bevor der sogenannte Binnenkörper aufgelöst wird, wie bereits Dangeard auch bei *Monas vulgaris* bemerkt hat, teilt sich die Basalplatte (Fig. 4) durch einfache Durchschnürung in der Mitte. In den Fig. 5 u. 6 treten auch am Kern die ersten Anzeichen der Prophase auf. Er wird konisch, zeigt im Binnenkörper mehrere chromatische Brocken und weist überhaupt die Tendenz auf, sich längs zu strecken.

Digitized by Google

Die Basalplatten sind bereits geteilt und rücken an die gegenüberliegenden Pole des Kernes. Auf Fig. 7 sind sie in stark überfärbtem Zustande zur Darstellung gebracht, in Fig. 8 infolge zu weit gegangener Differenzierung überhaupt nicht sichtbar. Während der Kern in Fig. 7 noch einen kompakten Binnenkörper aufweist, ist dieser in Fig. 8 bröckelig zerfallen, und deutlich zeigt es sich, daß die Auflösung nach vorn zu erfolgt, wie bei *Chilomonas* (Nägler 1912). Auf die daraus zu ziehenden Schlüsse komme ich weiter unten zu sprechen. Ein typisches Bild der Prophase zeigt uns Fig. 9. Hier sind beide Basalplatten sehr deutlich erkennbar, während der Kern fast völlig aufgelöst erscheint. Auf den nach Delafield gefärbten Fig. 10 u. 12 sind die Basalplatten auch nicht sichtbar, woraus sich vielleicht auch erklärt, daß sie allen Autoren entgangen sind. Die Fig. 10—14 sollen nun die verschiedene Anordnung der Chromatinbestandteile des Kernes zeigen, die schließlich zu einer Kondensierung in der Mitte und zu der Ausbildung einer Äquatorialplatte aus dem Material des Binnenkörpers führen. Die Basalplatten nehmen dabei die Pole der entstehenden Spindel ein und treten funktionell bei der Kernteilung in Wirksamkeit.

Prowazek (1903) hat offenbar die Kernteilung bei der *Monas guttula* nicht genügend verfolgt. Zwar schreibt er richtig, daß der Innenkörper bei der Teilung körnig, dann aber biskuitförmig wird und sich in bekannter Weise (?) zerschnürt. Auf den Endstadien tritt dann noch ein gebogener Faden in Erscheinung. Bei *Monas vivipara* bildet Prowazek auch nicht genügende Stadien ab.

So einfach, wie er annimmt, verläuft die Kernteilung keineswegs.

Dangeard (1910) kommt einer richtigen Deutung des Verlaufes der Kernteilung schon etwas näher. Er beschreibt die Auflösung des „Nucleolus“ in Chromatingranula: „ces granules se disposent en une plaque équatoriale, pendant que le nucléoplasme s'allonge en un fuseau, dont les extrémités très fines viennent s'appuyer de chaque côté sur le périplaste. Ce fuseau est perpendiculaire à l'axe du corps, et il est situé au-dessous de l'insertion de flagellums.“

Allein es fehlt ihm die richtige Beobachtung der Wirksamkeit der Basalplatten und der Hinweis auf die Bedeutung der Längsstreckung des in Auflösung begriffenen Kernes in phylogenetischer Beziehung. Demgemäß kommt er später zu einer Ablehnung einer vermuteten Beziehung des ganzen Basalapparates zu der Kernteilung Er hat wohl die Basalkörner, die oft selbständig erhalten sind und bei der Kernteilung sicher keine führende Rolle spielen, beobachtet, allein nicht die Basalplatten.

Digitized by Google

Was nun die Teilung des Basalapparates und die Bildung der Geißeln betrifft, so besteht hier offenbar ein Zusammenhang auch zwischen diesen beiden. Es scheint nämlich der normale Verlauf der Entstehung der Geißeln so zu sein, daß bei der Teilung der Basalplatte die beiden vorhandenen Geißeln — oder wenn drei Geißeln existieren, die beiden Nebengeißeln einfach mit verteilt werden (Fig. 5, 7, 9, 10, 13, 16, 17) und mit der Basalplatte in Verbindung bleiben. Erst auf dem Äquatorialplattenstadium kann dann noch je eine Geißel neugebildet werden (Fig. 23), so daß auf den Endstadien der Zellteilung bereits jedes Tochtertier deutlich zwei Geißeln enthält, die von der Basalplatte und einem davor gelagerten Basalkorn ausgehen (Fig. 25). Die Hauptgeißel scheint, wenn es zur Ausbildung einer solchen gekommen ist, dem vorgelagerten Basalkorn anzusitzen. Bei der Teilung erweckt es oft den Anschein, als ob die Hauptgeißel zwar noch längere Zeit, sogar bis zur Bildung der Tochterplatten, erhalten bleiben kann und an dem über der Teilungsspindel gelagerten Basalkorn inseriert ist (Fig. 6, 8, 12, 13, 20), aber schließlich abgeworfen und jedenfalls nicht mit auf ein Tochtertier verteilt wird. Da auch hier variierende Verhältnisse vorliegen, so wird eine lückenlose Klarlegung kaum möglich sein. Beispielsweise kann, wenn nur eine Geißel vorhanden ist, diese von dem einen Tochtertier übernommen werden, während das andere Tochtertier von der Basalplatte aus die Geißel oder deren mehrere neu bildet.

Letzterer Ansicht neigt Dangeard mehr zu, wenn er sagt: „il est présumable, que les nouveaux flagellums prennent naissance aux dépens de la substance achromatique du fuseau,“ womit er vielleicht den Ansatz in der Basalplatte meint.

Weiterhin äußert er sich hierzu: „Autant que nos observations permettent de l'affirmer, il semble que le groupe des deux flagellums anciens n'a pas modifié sa structure: son blépharoplaste continue à faire partie de l'enveloppe et le rhizoplaste se relie à la substance achromatique du fuseau au voisinage immédiat de la plaque équatorial en dédoublement. Le second groupe de flagellums est également en relation avec la substance achromatique, mais le blépharoplast n'est pas encore différencié: il se montre un peu plus tard.“

Letztere Beobachtung über das späte Sichtbarwerden des Basalkorns stimmt und die neuen Geißeln stehen jedenfalls nach ihrer Ausbildung mit der Basalplatte in genetischer Beziehung. Damit wäre wohl das Wesentlichste hierüber gesagt.

Verfolgen wir nun die Kernteilung von der Bildung der Äquatorialplatte an weiter, so müssen wir hier wieder betreffs der Zu-

Digitized by Google

sammensetzung der Äquatorialplatte den Angaben Dangeard's gegenübertreten.

Er sagt: „Le nombre des chromosomes est difficile à compter d'une façon exacte, car ils sont très petits.“ Wie ich bereits in der *Chilomonas*-Arbeit ausgeführt habe, handelt es sich hier überhaupt nicht um Chromosomen, sondern höchstens um Chromiolen und diese sind allerdings überhaupt nicht zu zählen, da sie an der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit stehen (Fig. 17 u. 18). Die Äquatorialplatte verdoppelt sich nun (Fig. 19 u. 21) und es treten hierbei in jeder Tochterplatte je zwei größere Anhäufungen der chromatischen Substanz gewöhnlich auf (Fig. 20, 22—24). Es vollzieht sich hiermit die Rekonstitution des Tochterkernes, ähnlich wie bei *Chilomonas paramaecium*, aus mehreren größeren chromatischen Brocken, die auf noch späteren Stadien völlig verschmelzen (Fig. 25—27).

Die Einschnürung der Zelle beginnt auf dem in Fig. 22 u. 23 abgebildeten Stadium von vorn her bis zu einer tiefgehenden Einbuchtung und dem schließlichen Endstadium auf Fig. 27. Die Tochtertiere sind nur noch durch einen dünnen Plasmafaden miteinander verbunden.

Die reguläre Ausbildung des Geißelapparates hat sich bereits vollzogen.

Man hat nicht nur, wie hier Dangeard meint „tout, à fait l'illusion d'un noyau en division, dont les blépharoplastes représenteraient les centromes“, sondern die Basalplatten übernehmen tatsächlich eine der Centrosomen-Wirksamkeit vergleichbare Rolle überhaupt bei der Kernteilung. Er hat eben die Teilung der Basalplatte von Anfang an nicht beobachtet und kommt daher zu falschen Schlüssen.

Die Beschreibung der Kernteilung und Zelldurchschnürung ist hiermit beendet und wir ersehen also daraus, daß die Kernteilung der Monaden in phylogenetischer Beziehung der bei *Chilomonas* sehr nahe steht durch die Auflösung des Binnenkörpers, seine Längsstreckung zur Äquatorialplatte nach vorn hin und die später erfolgende Rekonstitution.

Die Gattung *Monas* wird hiermit den Cryptomonadinen nahe gerückt, vor allem aber den Chrysomonadinen, wie aus dem Anhang über die Kernteilung bei *Ochromonas*, die später aufzufinden mir gelungen ist, und die nur durch die hier mitgeteilten Befunde verständlich wird, hervorgeht. Ich verweise weiter auf die im Anhang behandelten allgemeineren Fragen über Caryosom und Pseudocaryosom, sowie das Vorkommen oder Nichtvorkommen eines Centriols oder diesem entsprechenden Gebildes.

Digitized by Google

Die Cysten von *Monas gelatinosa* gelangten bisher noch nicht zur Beobachtung trotz ständigen Suchens danach. Die Kahmhaut an der Oberfläche des Aquariums enthielt stets nur vegetative Formen, die später von den zahlreichen Rotatorien weggefressen wurden, so daß ich bisher obige Form noch nicht wieder in größeren Mengen zur Verfügung habe, um eventuell experimentell Cystenbildung durch allmähliches Austrocknen der Kulturen zu erzielen. Auch in den Grundproben fanden sich keine Cysten.

Die Cysten, die DANGEARD bei *Monas vulgaris* beschreibt, sind rund mit dünner Membran, die einen gelblichen Farbton annimmt Von einem „kraterartigen Deckelaufsatz", wie ihn PROWAZEK bei *Monas vivipava* beschreibt, hat er nichts beobachten können, ebensowenig von den Fortpflanzungserscheinungen in den Cysten.

Der kraterartige Deckelaufsatz ist nun von Wichtigkeit für die phylogenetischen Beziehungen des Monaden zu den Chrysomonaden, wie weiter SCHERFFEL (1911) ausführt. Bereits von CIENKOWSKY (1870) ist bei *Monas vulgaris* bei den Dauercysten der Deckelaufsatz als Porus beschrieben und abgebildet worden.

SCHERFFEL betrachtet die Monaden auf Grund dieses Merkmals als farblos gewordene Chrysomonaden und auch für manche *Ochromonas*-Arten dürfte dies zutreffen. Ferner trifft dies für *Anthophysa* zu.

Bei *Monas gelatinosa* darf man mithin auch erwarten, daß die Cysten einen Porus besitzen und sich gleichfalls den Chrysomonadinen einreihen als farblos gewordene Formen, wie es aus der Kernteilung jedenfalls bereits sicher gestellt ist. Der Verlauf der Kernteilung steht mit dieser Auffassung in bestem Einklang.

Dem Vorschlage SCHERFFEL's, die Arten der Gattung *Monas* in die Gattung *Ochromonas* nun zu „versetzen", möchte ich jedoch nicht zustimmen, da immerhin doch gerade mehrere von ihnen sehr deutlich durch ihre Farblosigkeit und die Kernteilung gekennzeichnet sind und die Stufenfolge der Gattungen *Monas* und *Ochromonas* klar zum Ausdruck gebracht werden soll.

Was nun noch die von einigen Autoren beschriebene Mundleiste bei den Monaden und auch bei einer *Ochromonas* sp. nach SCHERFFEL betrifft, so möchte ich mit einigem Vorbehalt die Vermutung aussprechen, daß diese vielleicht nichts anderes ist als die von mir aufgefundene Basalplatte, die bei der Kernteilung ihre Wirksamkeit entfaltet. Auch SCHERFFEL läßt die Bedeutung der Mundleiste noch als ungeklärt dahingestellt und hält sie für ein Organ sui generis, was mithin nach Annahme der obigen Deutung zutreffen würde. In vivo ist es mir nicht gelungen, eine sogenannte

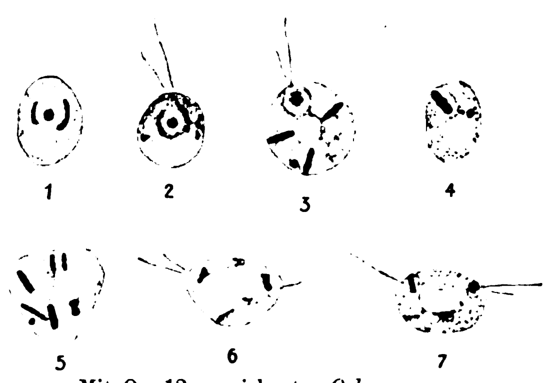
Digitized by Google

Mundleiste bei *Monas gelatinosa* festzustellen und diese Frage nach einer eventuellen Identität beider Gebilde bedarf noch weiterer Untersuchungen. Über die Bedeutung des Porus bei Chrysomonadinen lese man weitere interessante Angaben bei Scherffel (p. 333 ff.) nach.

Anhang.

Über die Kernteilung bei *Ochromonas* sp.

Einige Zeit nach Beendigung obiger Studien über die Kernteilung der *Monas gelatinosa* gelang es mir, in Kulturen eine *Ochromonas* zu züchten, die ich als *Ochromonas vulgaris* betrachte. Aus beigefügten Abbildungen geht der Kernteilungsmodus dieser Form klar hervor. Sie ist etwas kleiner als *Monas gelatinosa* und enthält zahlreiche Leucosinkörner, die oft die winzigen Kernteilungsfiguren verdecken. Doch glaube ich immerhin, daß die Abbildungen genügen, um einmal den Verlauf der Kernteilung erkennen zu lassen und ferner die sich hieraus ergebenden Analogien mit der Kernteilung bei *Monas gelatinosa*.



Mit Oc. 12 gezeichnet. *Ochromonas* sp.
Verlauf der Kern- und Zellteilung.

In Fig. 1 u. 2 ist ein normaler Kern abgebildet mit anliegenden dunkel gefärbten Chromatophoren, die beim Verlauf der Kernteilung undeutlich werden. Der Geißelansatz ist genau so wie bei *Monas gelata*, nur eine Basalplatte ist nicht beobachtet worden. Ich glaube nicht, daß dies in der Kleinheit des Objekts und färberischen Schwierigkeiten seinen Grund hat, vielmehr nehme ich an, daß sie bei *Ochromonas* fehlt.

Die anliegenden Chromatophoren für geteilte Tochterbasalplatten zu halten, ist wohl kaum angängig, da sie in vivo viel zu charakteristisch gelbbraun hervortreten und relativ größer sind als die Basalplatten bei *Monas gelatinosa*.

In Fig. 3 ist das Caryosom des Kernes bereits bröckelig zer-

Digitized by Google

fallen und in Fig. 4 ist eine kompakte Äquatorialplatte erkennbar, ähnlich wie in Fig. 16 bei *Monas gelatinosa.*

Die Fig. 5 läßt, wie Fig. 31 bei *Monas gelatinosa*, die regelmäßig gebildeten Tochterplatten klar hervortreten und auf den weiteren Stadien der Fig. 6 u. 7 sind die bröckelig angeordneten Tochterplatten bereits weit voneinander abgerückt. Auch hier ist also eine deutliche Übereinstimmung mit den betreffenden Stadien der *Monas gelatinosa* erkennbar.

Damit ist nun wohl zur Genüge dargetan, daß die Kernteilungsmodi bei beiden Formen in großen Zügen übereinstimmen, wenn auch bei *Ochromonas* keine Basalplatte sichtbar wird, und daß auch auf Grund der Kernteilung die Monaden den Chrysomonaden als verwandt anzusehen, ja vielleicht als farblos gewordene Chrysomonaden zu betrachten sind.

Nur noch ein kurzes Wort über das Fehlen oder nicht scharf ausgeprägte Vorhandensein eines Zentralorgans oder Centriols bei der Teilung! Wie ich bereits bei *Chilomonas paramaecium* ein derartiges Gebilde nur in einigen Fällen in distinkt gefärbten Körnern teils innerhalb des Caryosoms teils außerhalb bei den Endstadien vermutungsweise beobachten konnte, so ließe sich vielleicht bei *Monas gelatinosa* die Basalplatte als bei der Kernteilung wirksam ansehen. Bei *Ochromonas* dagegen ist auch hiervon nichts zu bemerken. Ich nehme daher nun nach allen drei von mir beobachteten Fällen an, daß ein scharf ausgeprägtes Centralorgan im Kern bei seiner Teilung nicht vorhanden ist, vielleicht einige undeutliche Ansätze hierzu, sondern daß als wesentliches Moment bei der Kernteilung der Chrysomonadinen in weiterem Sinne eine Auflösung des Caryosoms eintritt, der erst sekundär eine gleichmäßige Verteilung der Chromatinmasse auf die beiden Tochterplatten folgt, wie dies mit großer Klarheit bei allen drei Formen zu sehen ist.

Der Typus sowohl des Kernes wie auch seiner Teilung ist somit nicht mit dem beispielsweise bei Amöben beobachteten zu vergleichen, wo keine Auflösung des Caryosoms erfolgt, aber eine deutliche Centriolteilung oft zu verfolgen ist. Wir haben es also mit getrennten Typen zu tun und es fragt sich, ob die Bezeichnung Caryosomkerne und Pseudocaryosomkerne dem genügend Rechnung trägt. Da ich hierüber beim Studium der Protistenkerne und ihrer Teilung noch keineswegs zu allgemein abschließenden Resultaten gelangen kann, so überlasse ich eine weitere Ausführung dieser mehr theoretischen Fragen späteren Studien.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis.

Cienkowsky (1870): Über Palmellaceen und einige Flagellaten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 6.

Dangeard, P. A. (1903): Observations sur le Monas vulgaris. Le Botaniste. Abstr. Journ. R. Micr. Sci. 1903 p. 618.

— (1910): Etudes sur le Développement et la Structure des Organismes inférieures. Le Botaniste, 11. Ser.

Hartmann, M. (1911): Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena (G. Fischer).

Lemmermann (1910): Cryptogamenflora der Mark Brandenburg. 3. Bd. Algen I.

Meyer, H. (1897): Untersuchungen über einige Flagellaten. Revue suisse Zool. V.

Nägler, K. (1912): Ein neuartiger Typus der Kernteilung bei Chilomonas paramaecium. Arch. f. Protistenk. Bd. 25.

Prowazek, S. v. (1903): Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.

Scherffel, A. (1911): Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonadineen. Arch. f. Protistenk. Bd. 22.

Senn, G. (1900): Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil, 1. Abt.: Flagellata.

Stein, F. (1878): Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt., 1. Hälfte: Flagellaten oder Geißelinfusorien.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind bei Zeiss Imm. 0,2 mm und dem Comp.-Oc. 12 mit dem Abbe'schen Zeichenapparat entworfen. Die Figuren sind nach mit Sublimatalkohol oder Flemming'scher Flüssigkeit fixierten und mit Eisenhämatoxylin oder Hämatoxylin nach Delafield gefärbten Deckglaspräparaten gezeichnet.

Tafel 15.

Fig. 1—27. *Monas gelatinosa* n. sp.

Fig. 1—3. Kern in der Ruhe.

Fig. 1. Basalplatte nach Eisenhämatoxylinfärbung.

Fig. 3. Zygoplast und Rhizoplast nach Delafield-Färbung.

Fig. 4. Beginn der Teilung der Basalplatte.

Fig. 5—7. Weitere Teilungsstadien der Basalplatte mit beginnender Geißelneubildung.

Fig. 8—14. Auflösungsstadien des Binnenkörpers.

Fig. 15. Längsstreckung des aufgelösten Binnenkörpers zur Äquatorialplatte.

Fig. 16 u. 17. Typische Mitosestadien mit den polaren Basalplatten.

Fig. 18. Geißelneubildung.

Fig. 19. Teilung der Äquatorialplatte.

Fig. 20 u. 21. Weitere Stadien der Tochterplatten.

Fig. 22—24. Auseinanderrücken der aus chromatischen Brocken bestehenden Tochterplatten.

Fig. 23. Beginn der Zelleinschnürung.

Fig. 25 u. 26. Rekonstitution der Tochterkerne.

Fig. 27. Zelldurchschnürung.


Digitized by Google

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Besprechung.

Bass, C. C. and **Johns, F. M.**, The cultivation of Malarial Plasmodia (*Plasmodium vivax* and *Plasmodium falciparum*) in vitro. Journal of Experimental Medicine 1912 Vol. 16 p. 567 ff.

Bass und Johns, die Leiter der ersten wissenschaftlichen Expedition. die von der Tulane-Schule für Tropenmedizin und Hygiene an der Universität New-Orleans zur Erforschung des Problems der Malaria-Reinkulturen nach Ancon am Panamakanal gesandt wurde, veröffentlichen in obigem Artikel die genaue Technik der von ihnen im Laufe dieses Sommers herausgefundenen, epochemachenden Entdeckung. Sie unterscheiden zwei Methoden:

1. die Technik der Reinkultur einer einzigen Generation von Plasmodien,
2. die Technik für Reinkulturen von mehr als einer Generation.

Für beide ist von grundlegender Bedeutung der Zusatz von 50 proz. Dextrose- oder Maltoselösung zu dem Serum. Andere Zuckerarten: Saccharose, Laktose, Galaktose, Dextrin und Mannit versagten vollkommen.

Die Malariaparasiten (Schizonten) wachsen in der oberen Lage der abgesetzten Blutkörperchen in vertikal aufgestellten Reagenzgläsern von 2,5 cm Durchmesser bei Temperaturen von 40 und 41° C in einer Schicht von 1—5 mm Dicke.

Um mehrere Generationen züchten zu können, müssen von vornherein direkt nach der Entnahme des Blutes von dem Malariapatienten die Leucocyten entfernt werden, da diese sonst in die parasitenhaltige Zellenschicht einwandern und die Merozoiten oder ganze Teilungsformen durch Phagocytose vernichten. Die Entfernung der Leucocyten geschieht durch so langes Zentrifugieren des Malariablutes, bis die weißen Blutkörperchen alle an die Oberfläche gebracht sind, und durch nachfolgendes Abheben des Serums und Aufsaugen der parasitenhaltigen Erythrocyten. Je nach der Malariaspecies und der angewandten Temperatur müssen die Kulturen um die Zeit der maximalen Segmentierung, also bei Tertiana und 39° ungefähr alle 48 Stunden auf neue Reagenzgläschen übertragen werden, die in bestimmter Weise mit Dextroseserum und frischen roten Blutkörperchen beschickt sind.

Auf diese Weise ist es Bass und Johns gelungen, bei 29 Patienten mit Tropica und bei 6 Fällen von Tertiana Reinkulturen von ein oder mehreren Generationen zu züchten, die sich in keiner Weise von den in vivo beobachteten Malariaschizonten unterschieden. Olpp (Tübingen).

Digitized by Google

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Digitized by Google

Digitized by Google

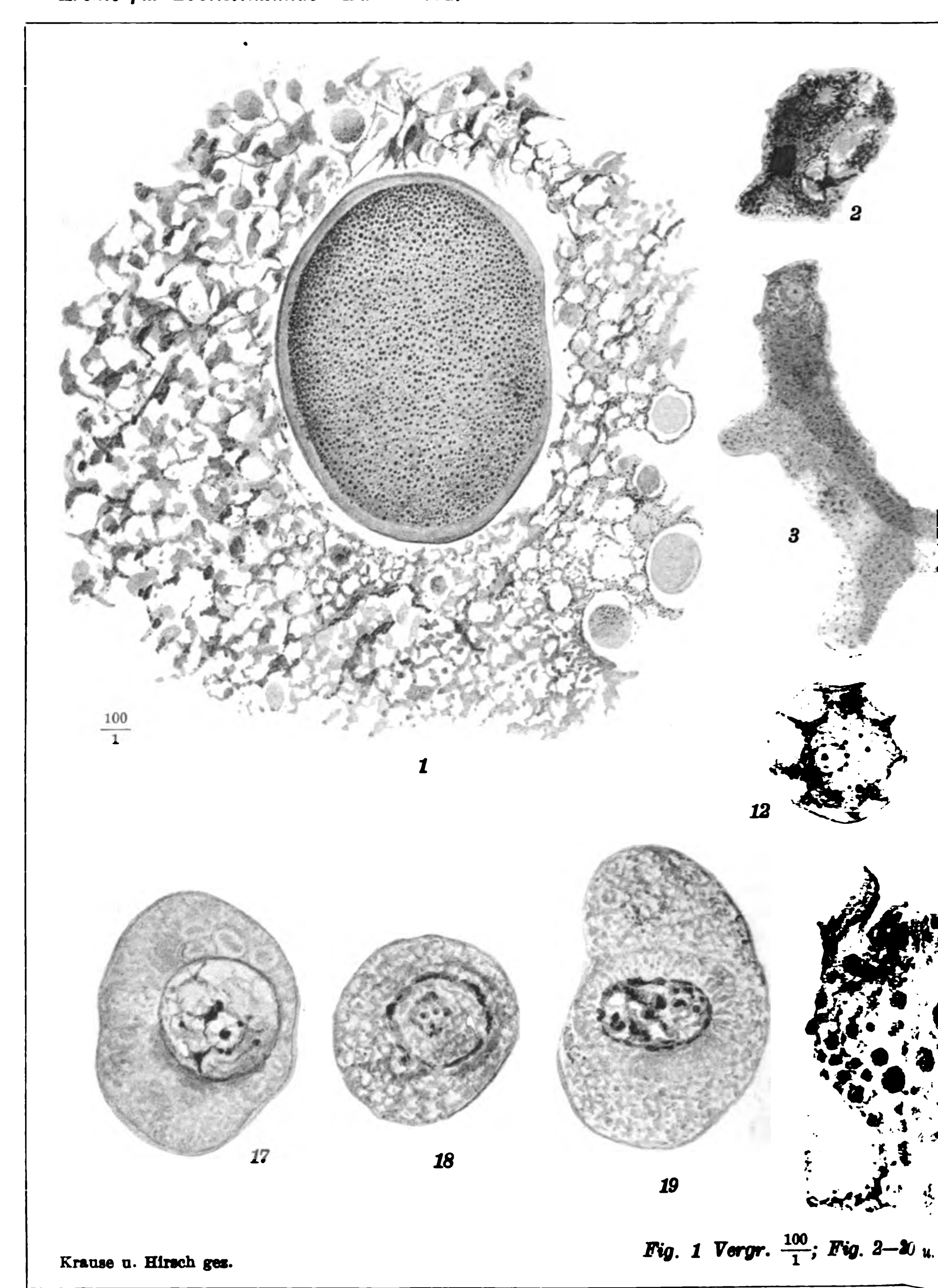
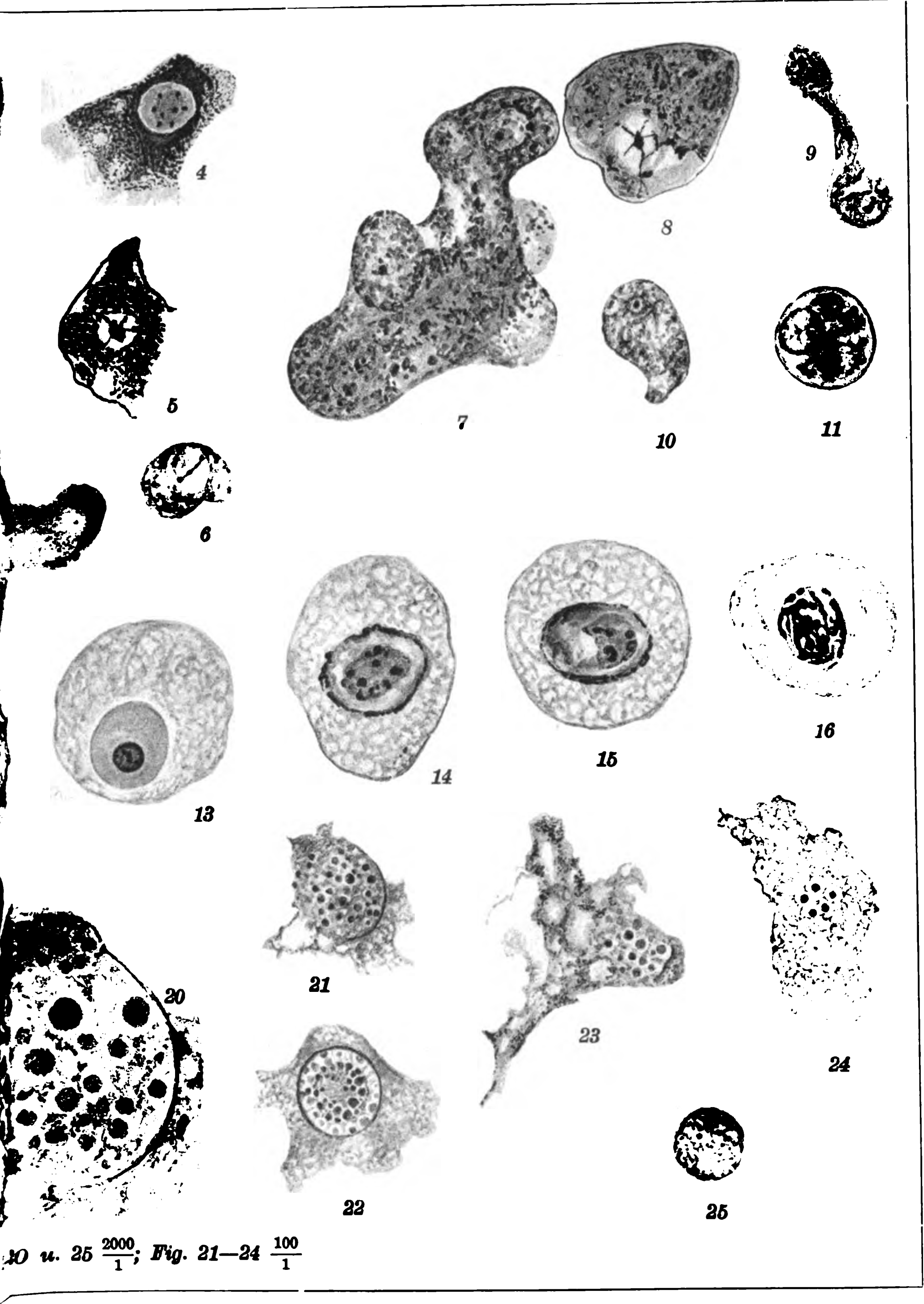


Fig. 1 Vergr. $\frac{100}{1}$; Fig. 2—20 u.

Krause u. Hirsch gez.

Verlag von Gustav

Digitized by Google



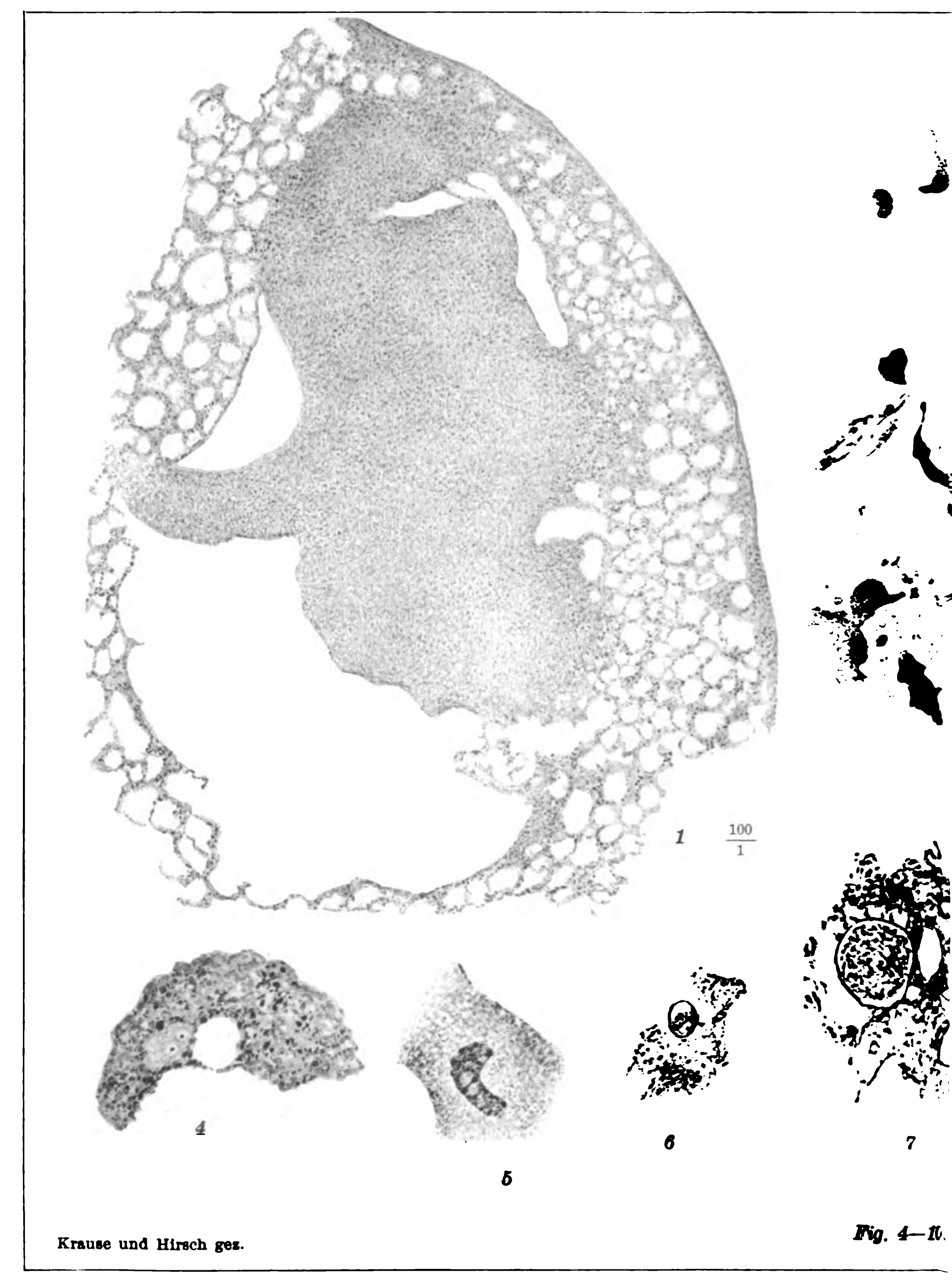
…0 u. 25 $\frac{2000}{1}$; Fig. 21—24 $\frac{100}{1}$

…av Fischer, Jena. J. B. Obernetter, München, reprod.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



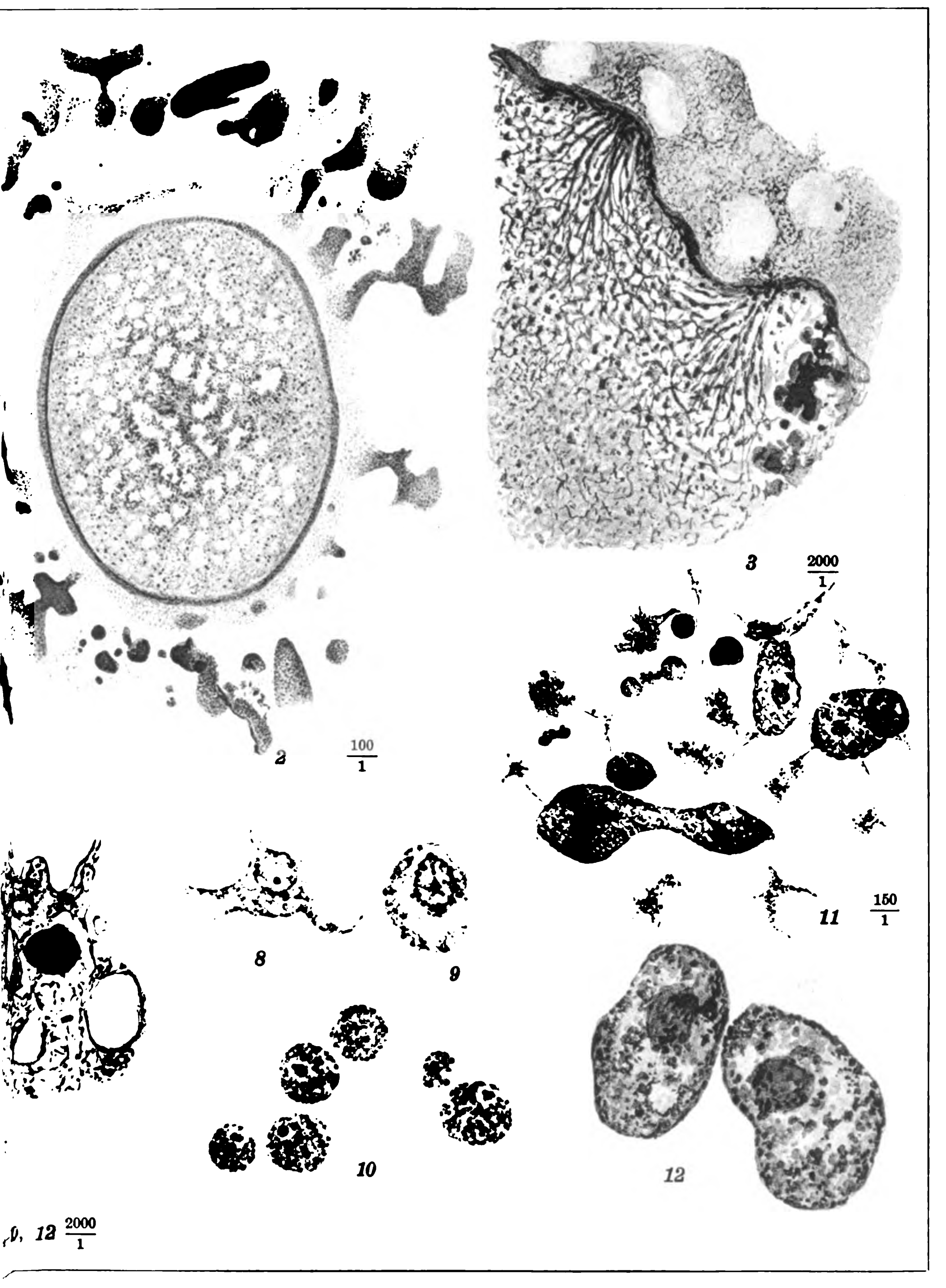
Krause und Hirsch gez.

Fig. 4—10.

Hirsch.

Verlag von Gustav

Digitized by Google



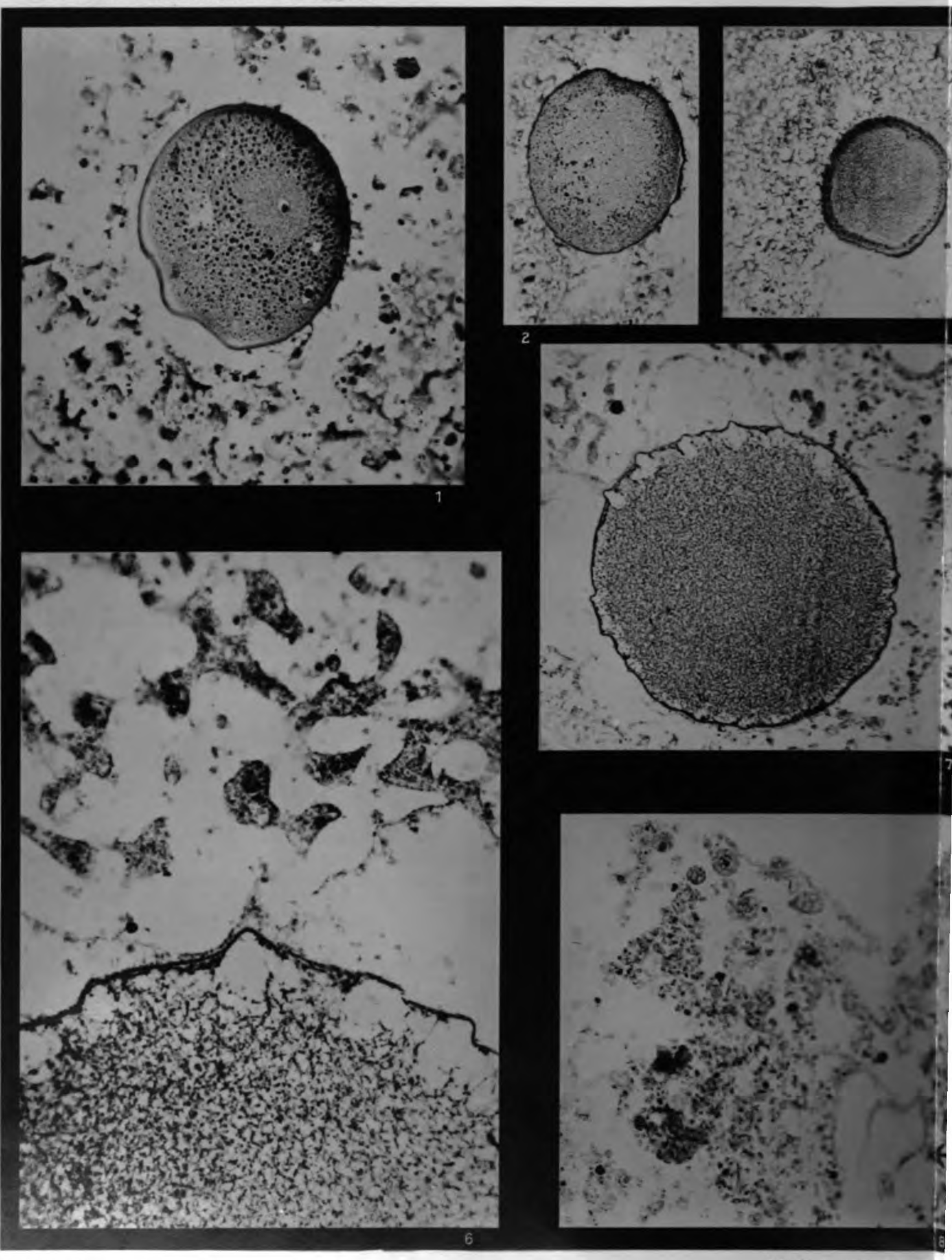
...v Fischer, Jena.

J. B. Obernetter, München, reprod.

Digitized by Google

Digitized by Google

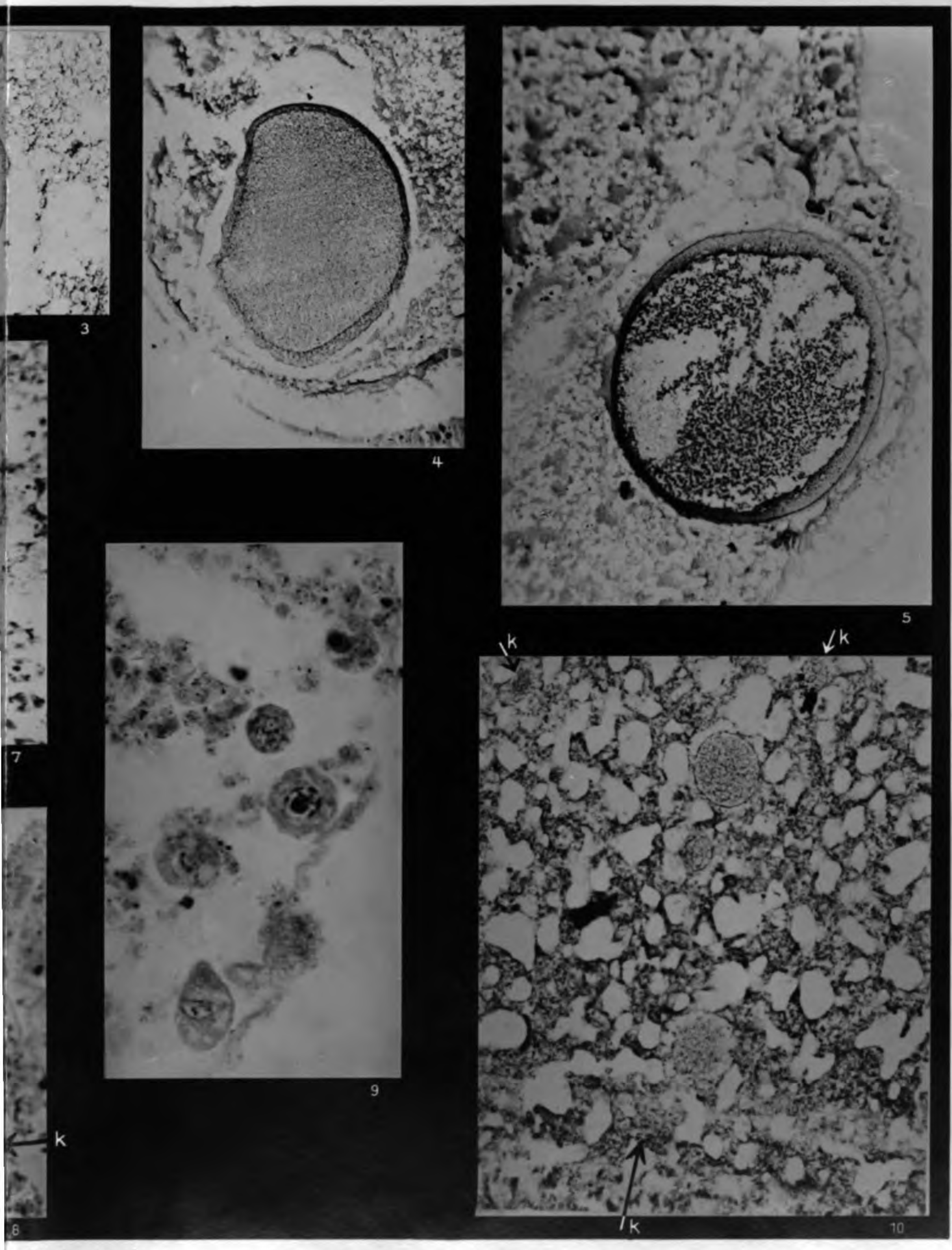
Digitized by Google



Hirsch.

Verlag von Gustav

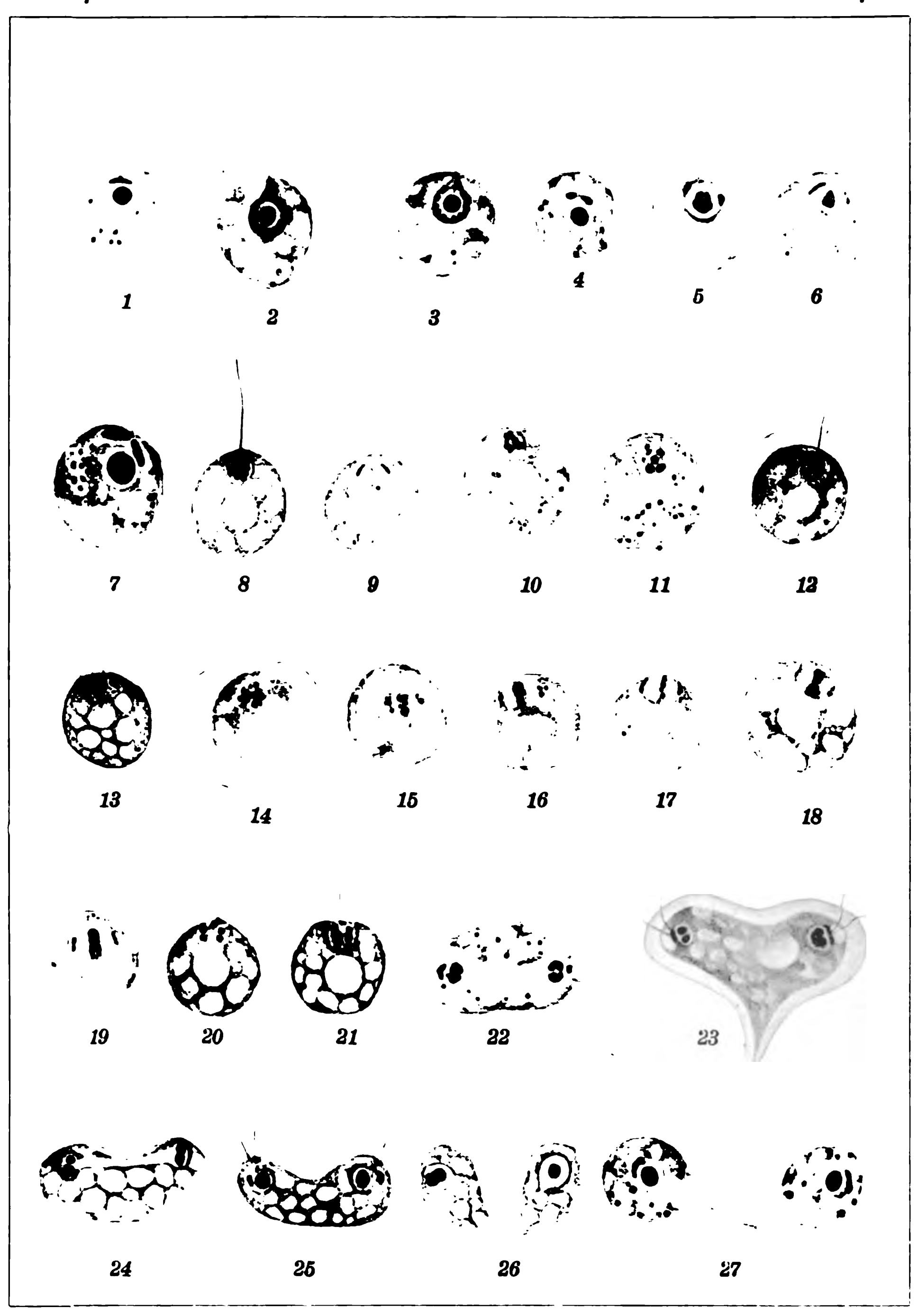
Digitized by Google



v Fischer in Jena.

Digitized by Google

Digitized by Google



Krause u. Nägler gez. J. B. Obernetter, München, reprod.

Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Digitized by Google

B.S. fol.
50718
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

